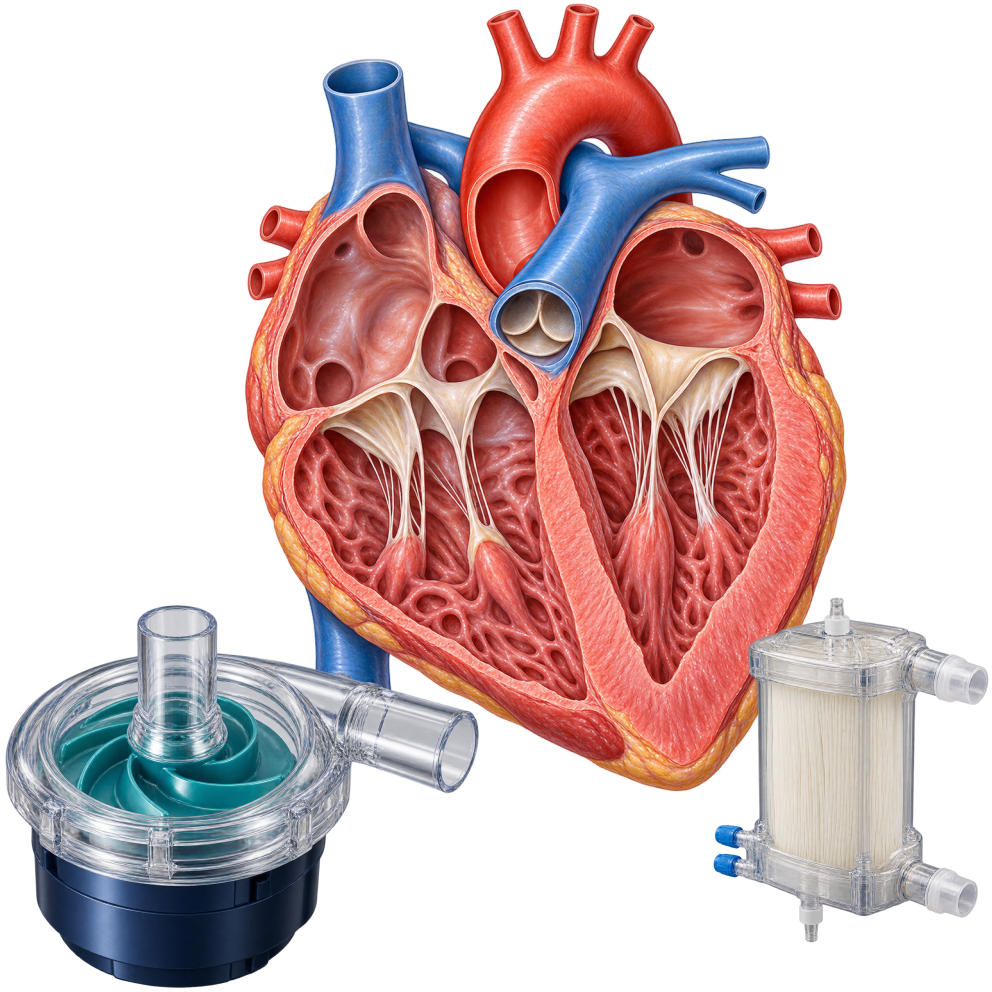
ATLAS VISUAL AMPLIADO

Corazón, bombas y circuitos

ECMO y asistencia circulatoria

Anatomía visible.
Rutas claras.
Mecanismos conectados.

Componentes por dentro y por fuera
Reperfusión distal · distensión ventricular
Oxigenación diferencial y cambios de configuración



Complemento de **Lo esencial del Soporte Circulatorio Mecánico**
HFadvanced Editorial

Proyecto editorial: Renzo P. García Márquez

Versión ampliada para revisión científica y editorial | Octubre de 2026

CÓMO USAR EL MATERIAL

Una imagen, tres preguntas

Sigue la sangre desde el punto de extracción hasta el retorno; después, relaciona esa ruta con el paciente.

1 / QUÉ SE MODIFICA

Identifica qué cavidad se drena, dónde se devuelve la sangre y qué segmento se puentea.

2 / QUÉ DETERMINA LA RESPUESTA

Relaciona entrada, función ventricular, cargas vasculares, posición y resistencia del circuito.

3 / QUÉ PERMITE COMPROBARLO

Integra flujo, presiones, imagen, intercambio gaseoso y perfusión del territorio evaluado.

Azul
Retorno venoso y sangre antes del intercambio.

Rojo / coral
Sangre posmembrana o procedente del pulmón funcionante.

Violeta
Fuente pulmonar nativa con intercambio insuficiente en el escenario.

Ámbar
Dispositivo, válvula, línea eléctrica o punto de atención.

El color no representa una saturación.
Discontinuo: drenaje. Continuo: retorno. Flecha: dirección de sangre. Punto: unión o acceso relevante. Las líneas ámbar discontinuas se identifican como catéter, cable o conexión neumática.

IDEA CLAVE Las flechas describen rutas y tendencias condicionadas; no son una predicción cuantitativa.

Fuentes: [01], [02], [03], [04]. Bibliografía al final.

GUÍA DE NAVEGACIÓN

De la pieza al problema clínico

Primero reconoce las piezas; después sigue la sangre y relaciona el circuito con la respuesta del paciente.

01 **Anatomía y componentes**
Corte cardíaco, cánulas, bomba, membrana, sensores y dispositivos de asistencia.

02 **Configuraciones**
17 configuraciones y dos comparaciones sobre el mismo paciente.

03 **Determinantes e interacción**
Entrada, presión de salida, intercambio, función ventricular y circulación en serie.

04 **Reperfusión distal**
Bifurcación femoral, conexión anterógrada, obstáculos y verificación del territorio.

05 **Distensión ventricular**
Balance de llenado y vaciamiento, repercusión pulmonar y rutas de descarga.

06 **Oxigenación diferencial**
Dos fuentes, territorios dinámicos, puntos de muestreo y retorno V-AV.

07 **Casos y consulta**
Ocho casos ficticios, síntesis, referencias e índice por código de lámina.

IDEA CLAVE

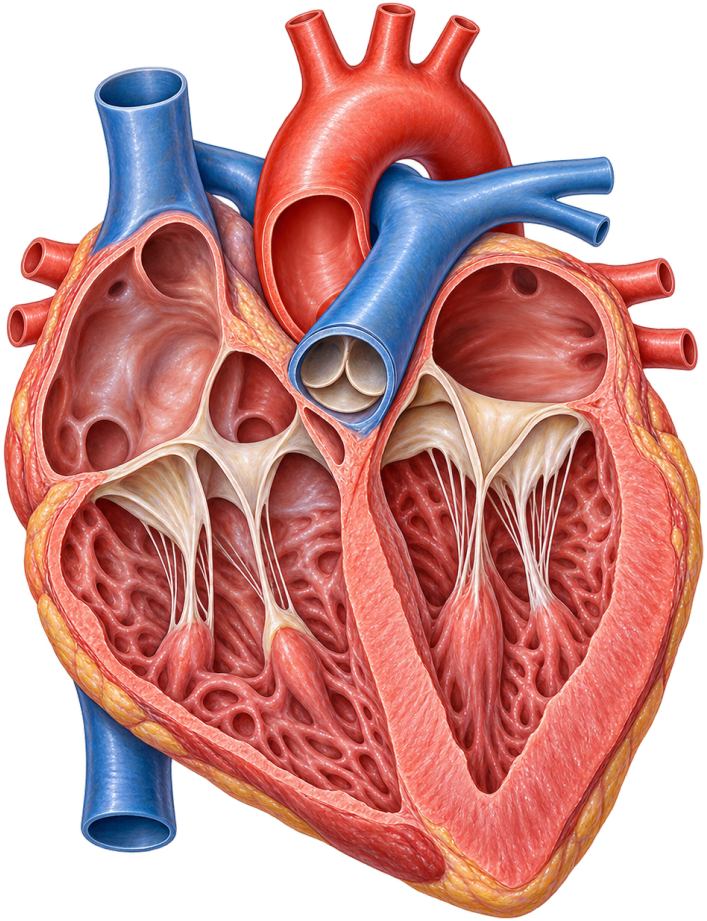
Lee cada lámina como una relación: componente → ruta de sangre → consecuencia fisiológica.

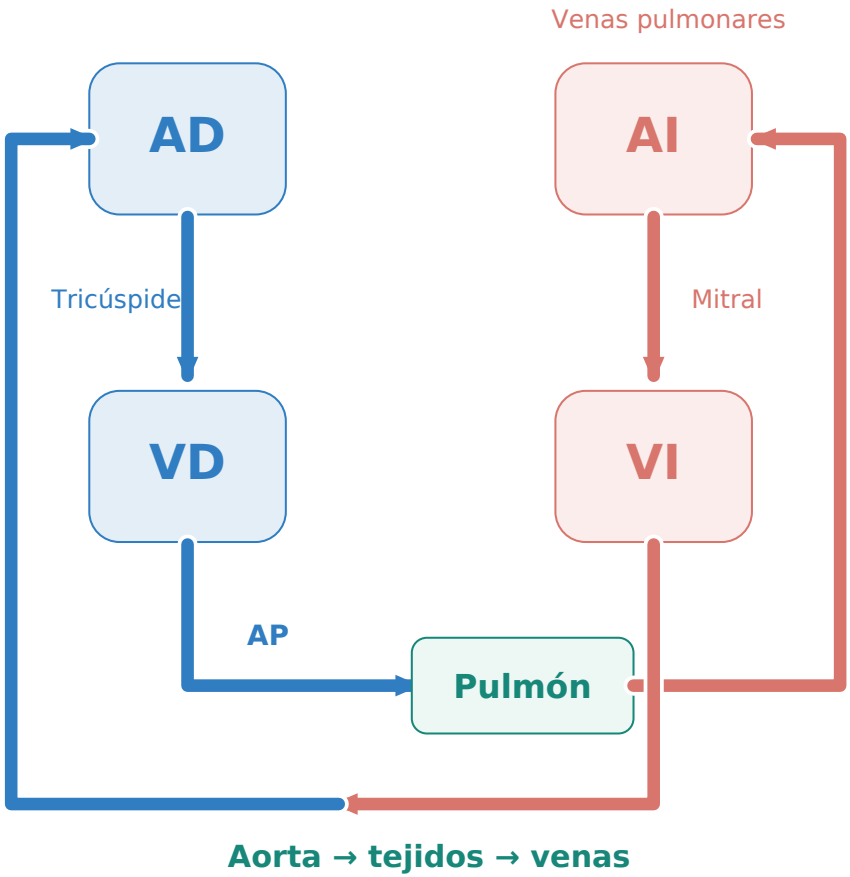
ANATOMÍA PARA LEER LOS CIRCUITOS

El corazón: cavidades, válvulas y rutas

N01

Una vista orientativa y un mapa funcional complementario. Las conexiones se han separado para seguir la sangre.





IDEA CLAVE VD y VI trabajan en serie; una asistencia cambia una parte de esa relación.

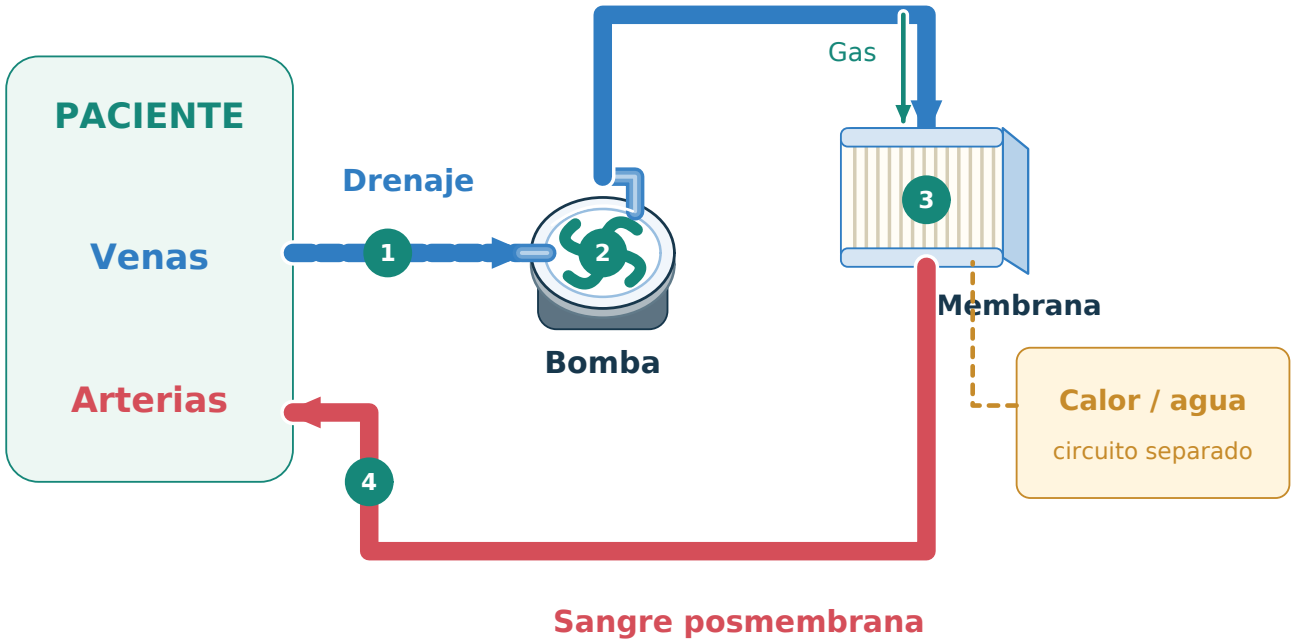
Fuentes: [01], [12]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / VISIÓN DE CONJUNTO

Las piezas de un circuito ECMO

M01

Cada pieza cumple una función. La bomba mueve sangre; la membrana intercambia gases; el intercambiador transfiere calor.



1 / CÁNULAS Y TUBOS

Conectan al paciente con el circuito. Posición, calibre, longitud y deformación modifican la resistencia.

2 / BOMBA Y ACCIONAMIENTO

El cabezal contiene sangre. El motor transmite energía al rotor y el controlador regula su funcionamiento.

3-4 / MEMBRANA Y RETORNO

El gas tiene un recorrido propio; la sangre vuelve al territorio definido por la cánula de retorno.

IDEA CLAVE Un flujo mostrado en la consola no describe por sí solo la perfusión de cada órgano.

Fuentes: [01], [04], [15]. Bibliografía al final.

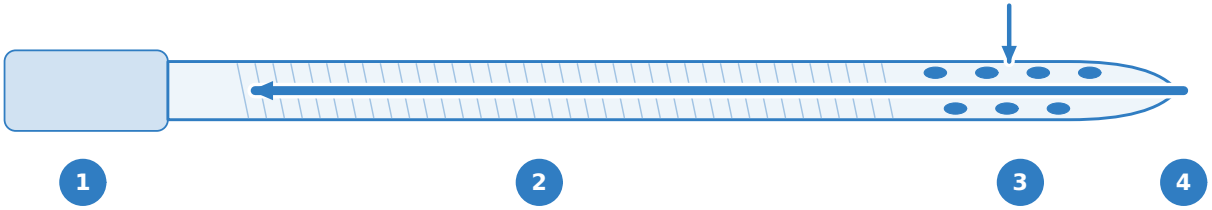
COMPONENTES / CONEXIONES CON EL PACIENTE

Cánulas: del conector a la punta

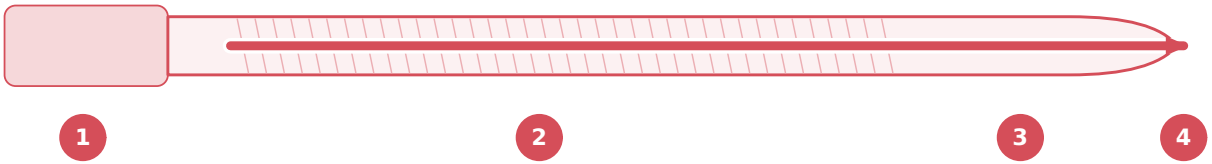
M02

Drenaje y retorno son funciones. La forma de la punta y la distribución de orificios dependen del modelo.

Drenaje venoso



Retorno arterial



1 Conector **2 Cuerpo / refuerzo** **3-4 Orificios / punta**

CONECTOR Y CUERPO

El conector une la cánula al tubo. El refuerzo limita el acodamiento; no elimina la posibilidad de obstrucción.

PUNTA Y ORIFICIOS

Una cánula multiorificio drena por varias entradas. En el retorno se muestra una salida terminal genérica.

GEOMETRÍA Y FUNCIÓN

El diámetro externo ocupa el vaso; el lumen interno conduce sangre. Ambos diámetros importan por razones diferentes.

IDEA CLAVE La cánula se interpreta por su función, su posición y su relación con el vaso.

Fuentes: [01], [16]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / CABEZAL Y ACCIONAMIENTO

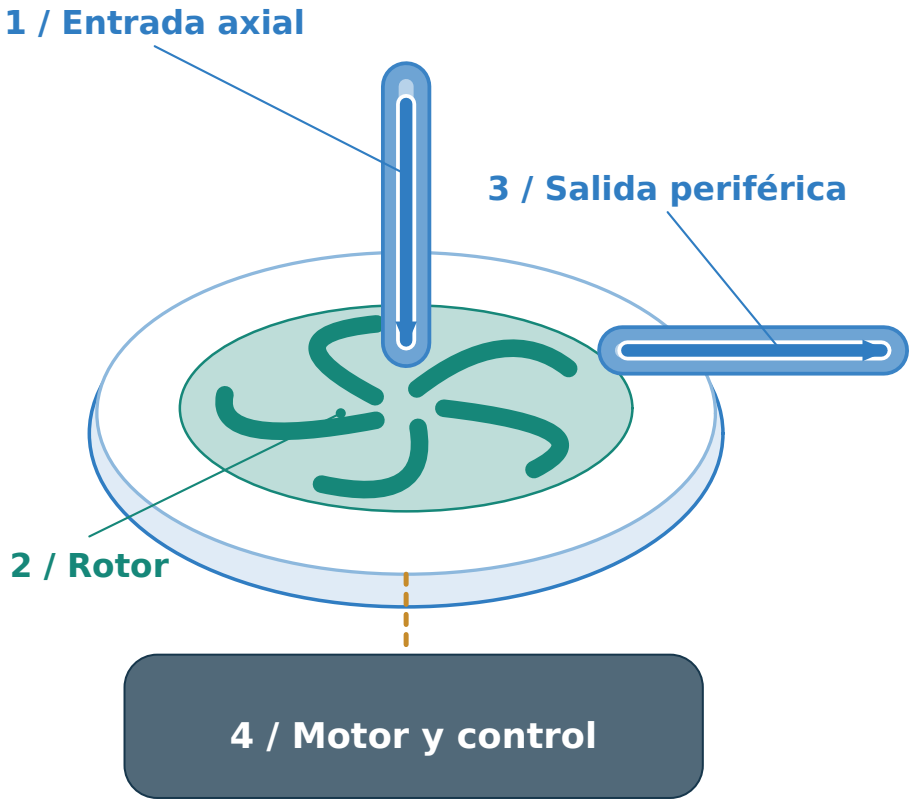
Bomba centrífuga: cuatro estructuras

M03

Vista exterior de orientación y sección funcional genérica. El rotor sanguíneo y el motor son piezas distintas.



Vista exterior original; sin marca comercial



Qué hace cada parte. Entrada: conduce sangre al eje. Rotor: transfiere energía. Carcasa y salida: recogen el flujo periférico. Motor: aporta el giro mediante el diseño de acoplamiento correspondiente.

IDEA CLAVE A igual velocidad, el flujo cambia si cambian la entrada o la oposición de salida.

Fuentes: [07], [12], [13]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / MEMBRANA DE INTERCAMBIO

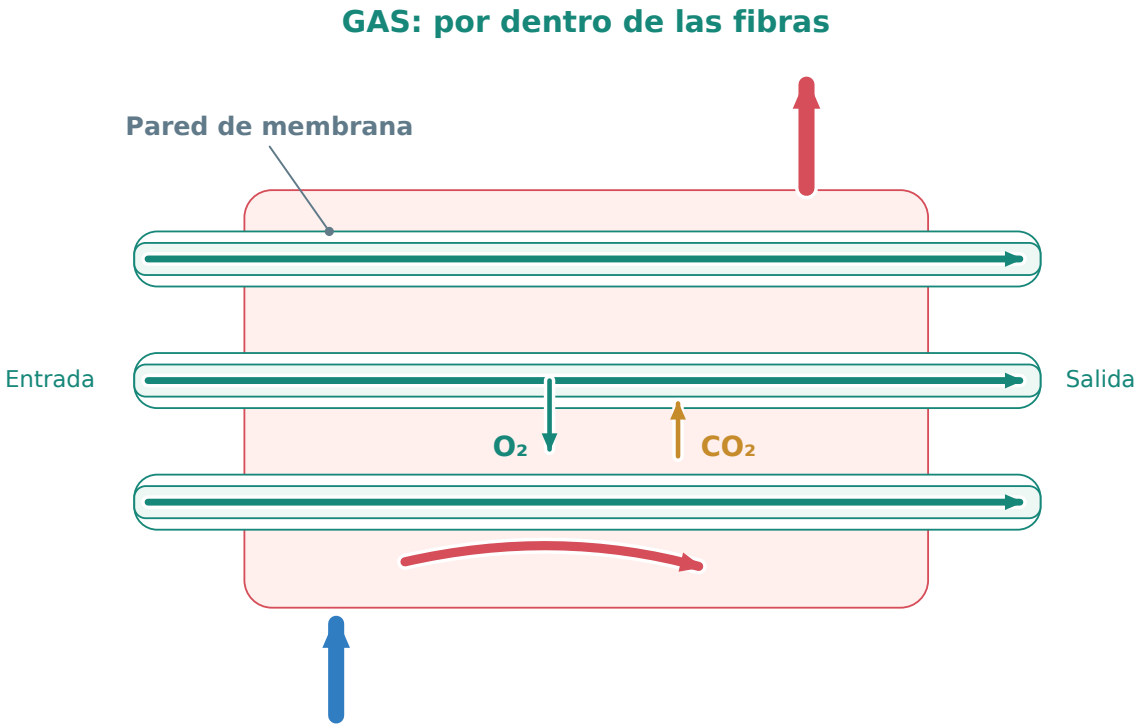
Oxigenador: sangre y gas separados

M04

La vista exterior orienta; el detalle funcional explica por dónde pasa cada fluido.



Vista exterior genérica



Detalle aumentado: tres fibras huecas

La sangre y el gas intercambian O_2 y CO_2 a través de una membrana. El color cambia para enseñar la fuente de intercambio; no representa una saturación ni una magnitud de transferencia.

IDEA CLAVE El gas no debe mezclarse directamente con la sangre: los recorridos permanecen separados.

Fuentes: [04], [15]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / GAS, AGUA, SENSORES Y ENERGÍA

Cuatro recorridos que no se confunden

M05

Sangre, gas, agua y energía comparten el sistema, pero mantienen conexiones y tareas diferentes.

SANGRE

Paciente → bomba → membrana → paciente

GAS

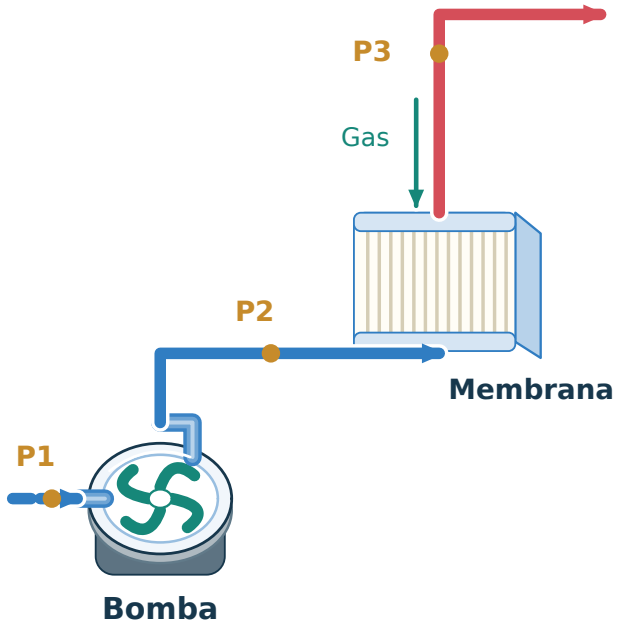
Mezclador / fuente → fibras → salida

AGUA

Unidad térmica → intercambiador → unidad

ENERGÍA

Fuente eléctrica → controlador → accionamiento



Leer el circuito. P1, P2 y P3 representan puntos antes de la bomba, antes de la membrana y después de ella. Su diferencia se interpreta junto con el flujo y la configuración. La localización y los nombres de sensores dependen del sistema.

O_2 y CO_2: FdO_2 identifica la fracción de oxígeno del gas entregado a la membrana. El barrido participa especialmente en la remoción de CO_2. El intercambio también depende de la sangre que llega y de la capacidad del dispositivo.

IDEA CLAVE La consola muestra mediciones; su interpretación requiere conocer dónde y cómo se obtienen.

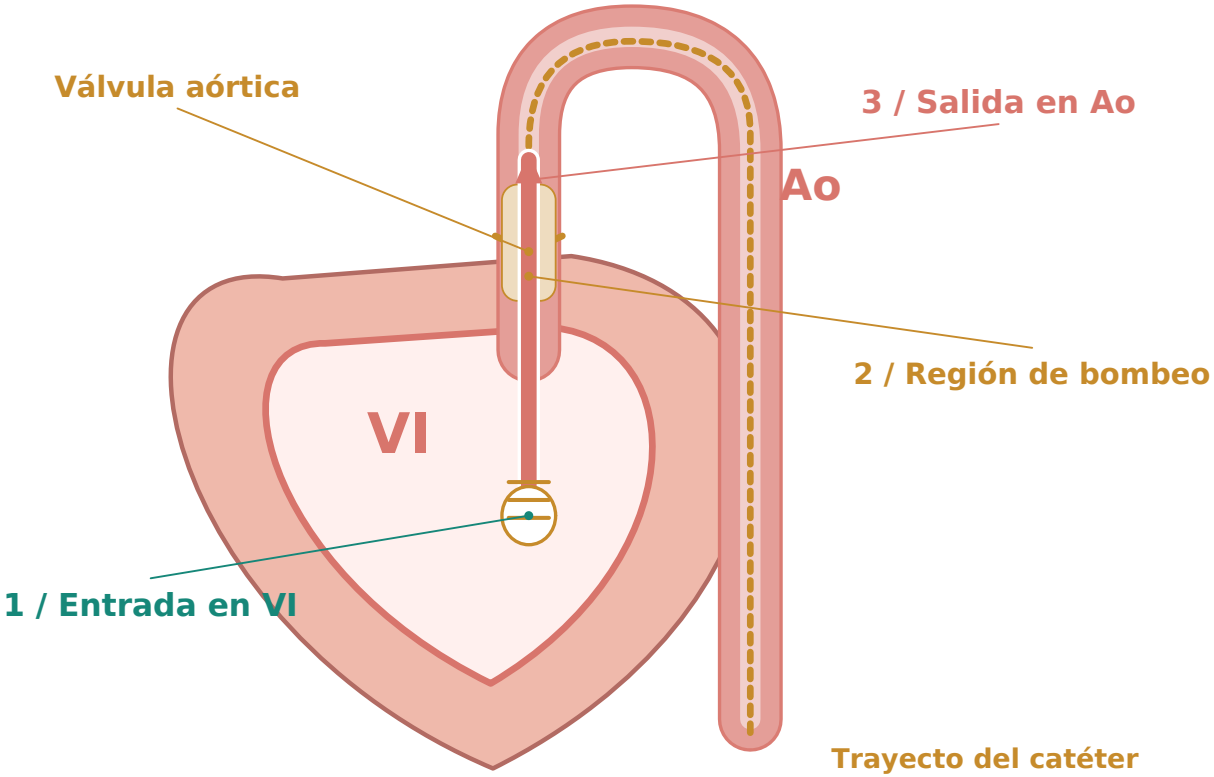
Fuentes: [02], [04], [15]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / BOMBA TRANSVALVULAR

Microaxial: entrada en VI, salida en Ao

M06

El catéter conecta dos territorios a través de la válvula aórtica. La sangre conserva el intercambio obtenido en el pulmón.



ENTRADA

Debe recibir sangre del VI. El aporte derecho y pulmonar condiciona la disponibilidad de entrada.

BOMBA Y SALIDA

La bomba crea una vía VI-Ao. Las ventanas de salida deben quedar en el territorio previsto por el modelo.

POSICIÓN Y FUNCIÓN

El esquema no define una distancia de implantación. La posición y la interacción con las estructuras se comprueban mediante imagen.

IDEA CLAVE La microaxial mueve sangre; no incorpora una membrana de oxigenación.

Fuentes: [06], [12]. Bibliografía al final.

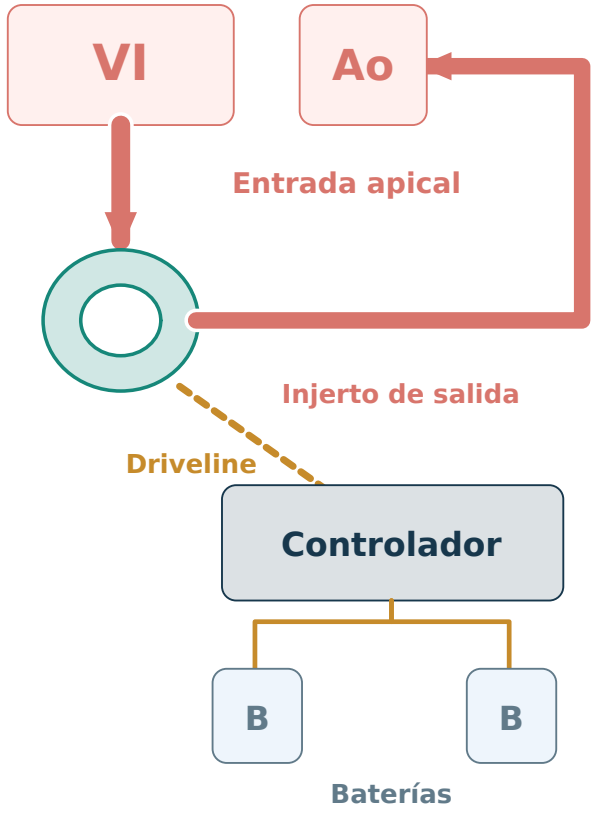
COMPONENTES / ASISTENCIA IZQUIERDA DURABLE

LVAD implantable: sangre y energía

M07

La entrada apical, la bomba y el injerto forman la ruta sanguínea. El controlador y las baterías sostienen su funcionamiento.





Ruta sanguínea: VI → cánula de entrada → bomba → injerto → aorta. La válvula aórtica conserva una posible ruta paralela. El cable percutáneo o driveline lleva energía y señales; no transporta sangre.

IDEA CLAVE El soporte izquierdo necesita que el VD y el pulmón entreguen sangre a su entrada.

Fuentes: [08], [12], [14]. Bibliografía al final.

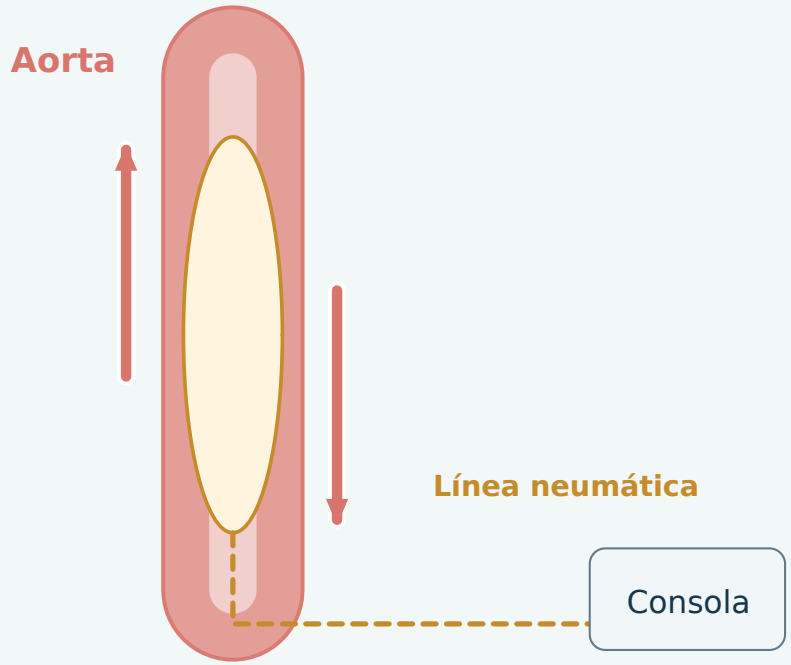
COMPONENTES / CONTRAPULSACIÓN

BCIA: un balón, dos momentos

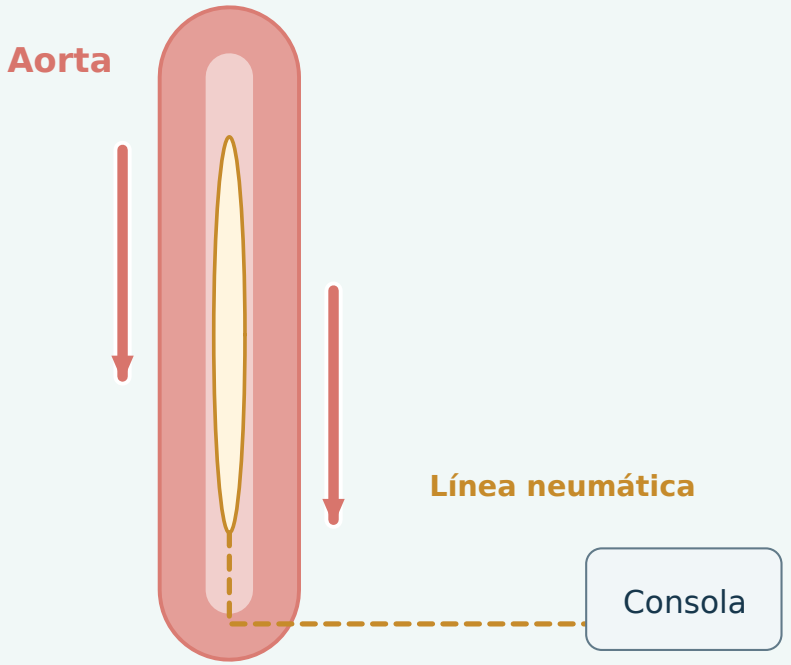
M08

El balón desplaza volumen dentro de la aorta. La consola sincroniza la insuflación y el desinflado con el ciclo.

A / Inflado en diástole



B / Desinflado antes de sístole



DIÁSTOLE

El inflado desplaza sangre y puede aumentar la presión diastólica aórtica.

ANTES DE SÍSTOLE

El desinflado oportuno puede reducir la presión que encuentra el VI al iniciar la eyección.

IDEA CLAVE La eficacia depende de la temporización, el ritmo y la interacción con la circulación.

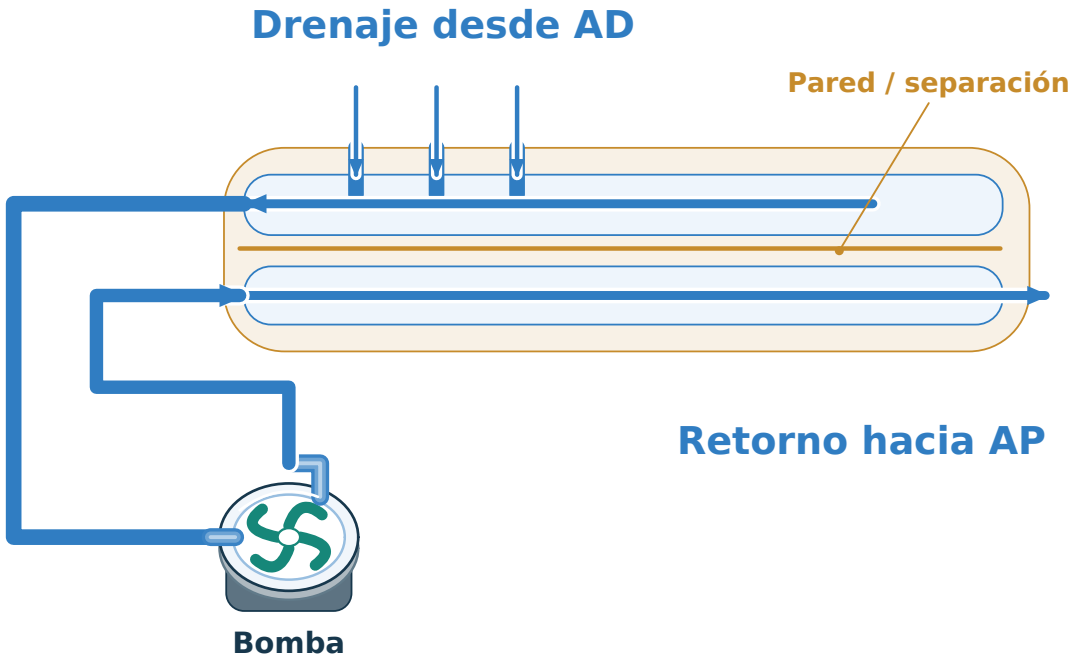
Fuentes: [09], [12]. Bibliografía al final.

COMPONENTES / ASISTENCIA DERECHA

Doble lumen: dos canales, dos funciones

M09

Ejemplo funcional AD-AP. Un canal extrae sangre de la aurícula derecha; el otro la devuelve a la arteria pulmonar.



Sección longitudinal simplificada; no representa su curva anatómica

DOS CONEXIONES EXTERNAS

Los conectores corresponden a canales diferentes. La flecha identifica la función, no el color del plástico.

DOS TERRITORIOS

La posición relaciona los orificios de drenaje con AD y la salida con AP. Se confirma mediante imagen.

CON O SIN MEMBRANA

Sin membrana: RVAD. Con una membrana incorporada en la ruta extracorpórea: soporte derecho con intercambio gaseoso.

IDEA CLAVE Un doble lumen permite dos recorridos separados dentro de una misma cánula.

Fuentes: [03], [05], [07]. Bibliografía al final.

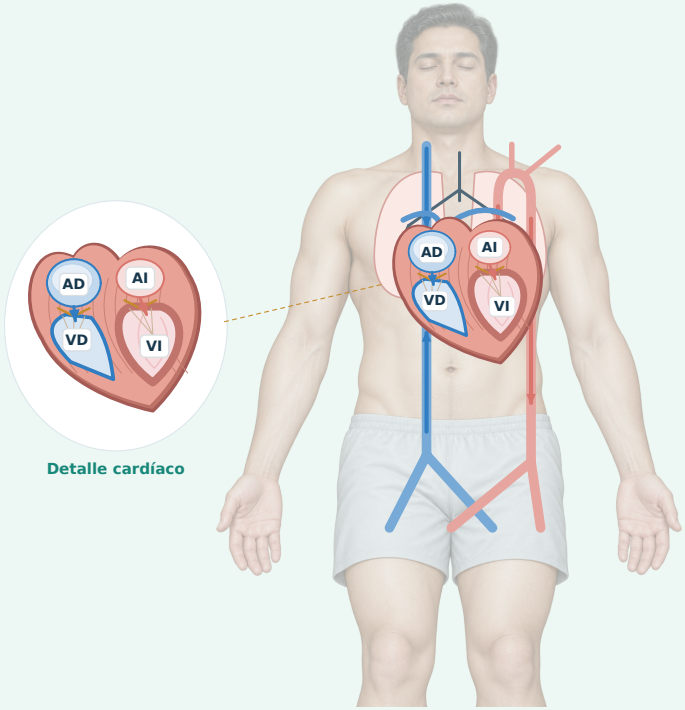
COMPARACIÓN VISUAL

Un corazón, distintas asistencias / I

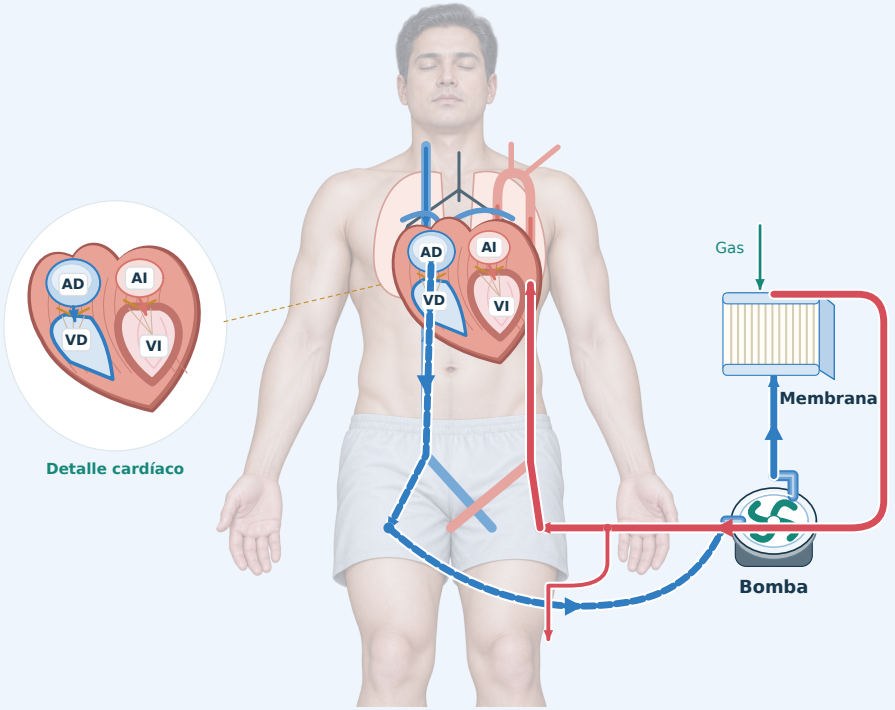
V01

La comparación mantiene anatomía y escala. La ruta extracorpórea cambia qué segmento sostiene la bomba.

A / Circulación nativa



B / ECMO V-A femoral



CIRCULACIÓN NATIVA

VD y VI impulsan la sangre en serie, conectados por el pulmón.

ECMO V-A

Parte del retorno venoso llega directamente a la aorta tras pasar por bomba y membrana.

IDEA CLAVE Comparación conceptual. Tamaños y flechas sin escala; no describe una evolución obligatoria.

Fuentes: [01], [04], [12]. Bibliografía al final.

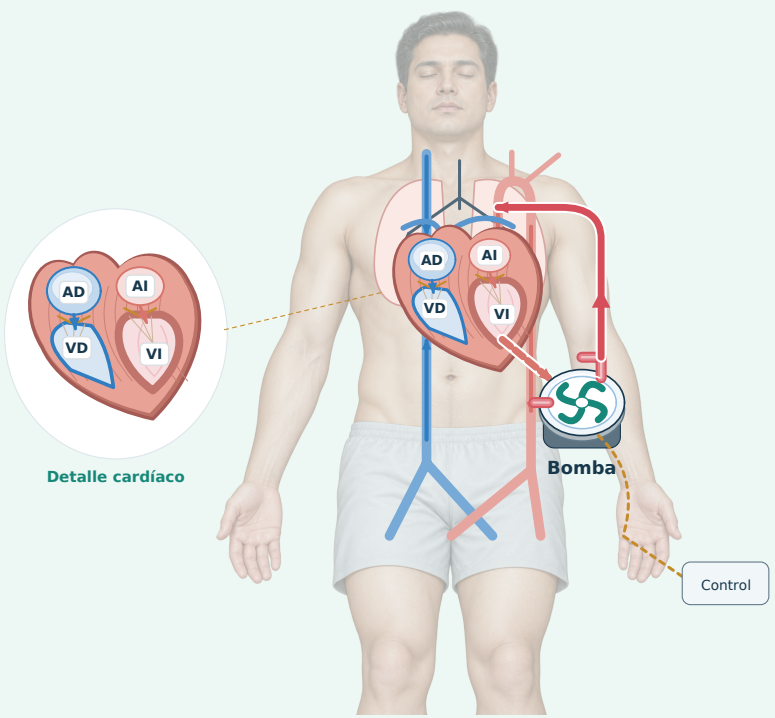
COMPARACIÓN VISUAL

Un corazón, distintas asistencias / II

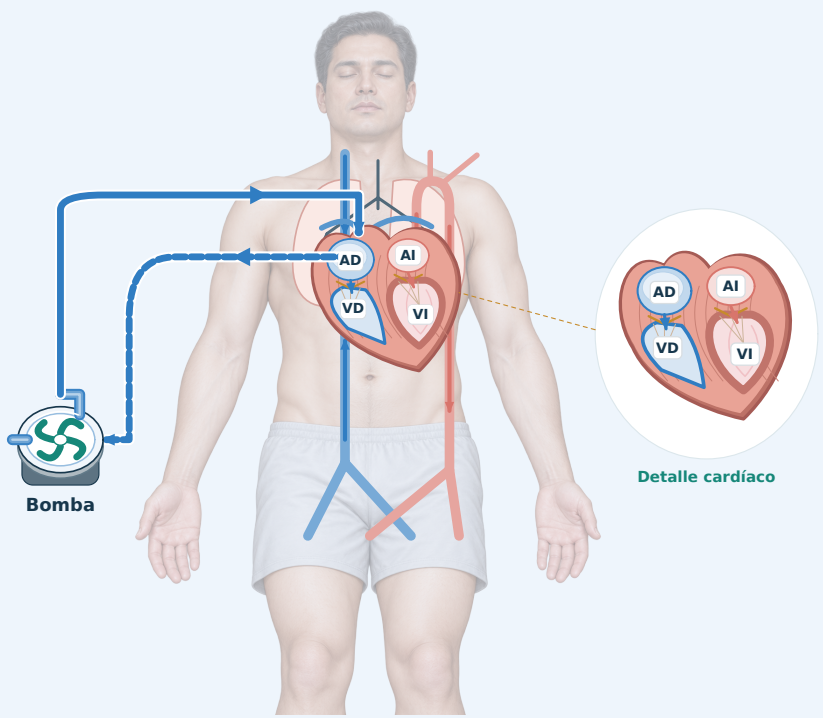
V02

El sitio de retorno distingue el apoyo derecho del izquierdo; ambos dependen del resto de la circulación.

C / LVAD implantable: VI → Ao



D / RVAD: AD → AP



LVAD

Ruta adicional entre VI y aorta. VD y pulmón deben aportar la sangre que llega a su entrada.

RVAD

La sangre se entrega al lecho pulmonar. El VI debe recibirla y generar el flujo sistémico.

IDEA CLAVE Comparación conceptual. Tamaños y flechas sin escala; no describe una evolución obligatoria.

Fuentes: [07], [08], [12]. Bibliografía al final.

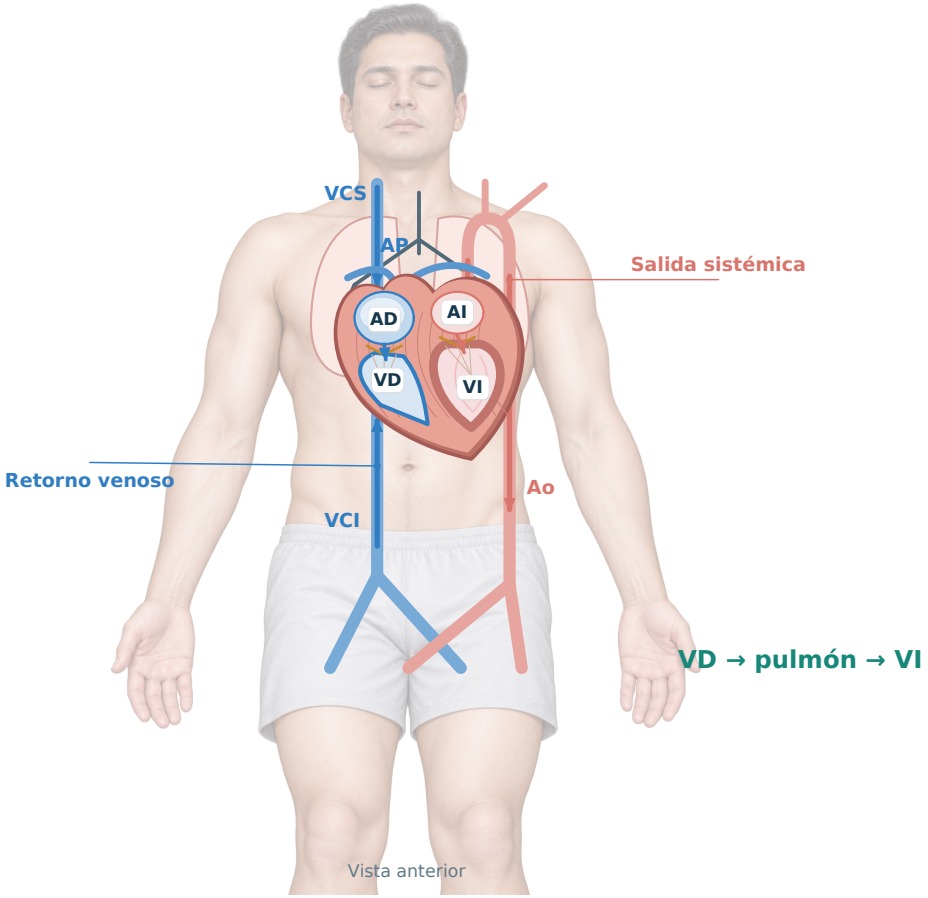
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

La circulación antes del soporte

C01

Los ventrículos trabajan en serie a través del pulmón. Una ruta extracorpórea modifica este circuito según dónde extraiga y devuelva sangre.

Venas → AD → VD → AP → pulmón → AI → VI → aorta



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

El VD impulsa el flujo pulmonar; el VI sostiene la salida sistémica. En estado estable, sus flujos medios deben guardar equilibrio, aunque los volúmenes y presiones sean diferentes.

DE QUÉ DEPENDE

Retorno venoso, capacidad contráctil y de llenado, válvulas y carga arterial. La resistencia vascular es una parte de la poscarga, no su definición completa.

QUÉ VERIFICAR

Integrar presión, flujo, congestión e intercambio gaseoso. Una presión alta puede coexistir con caudal bajo; una fracción de eyección aislada no describe toda la circulación.

IDEA CLAVE Antes de nombrar la bomba, identifica qué segmento de la circulación sustituye o modifica.

Fuentes: [01], [04], [06]. Bibliografía al final.

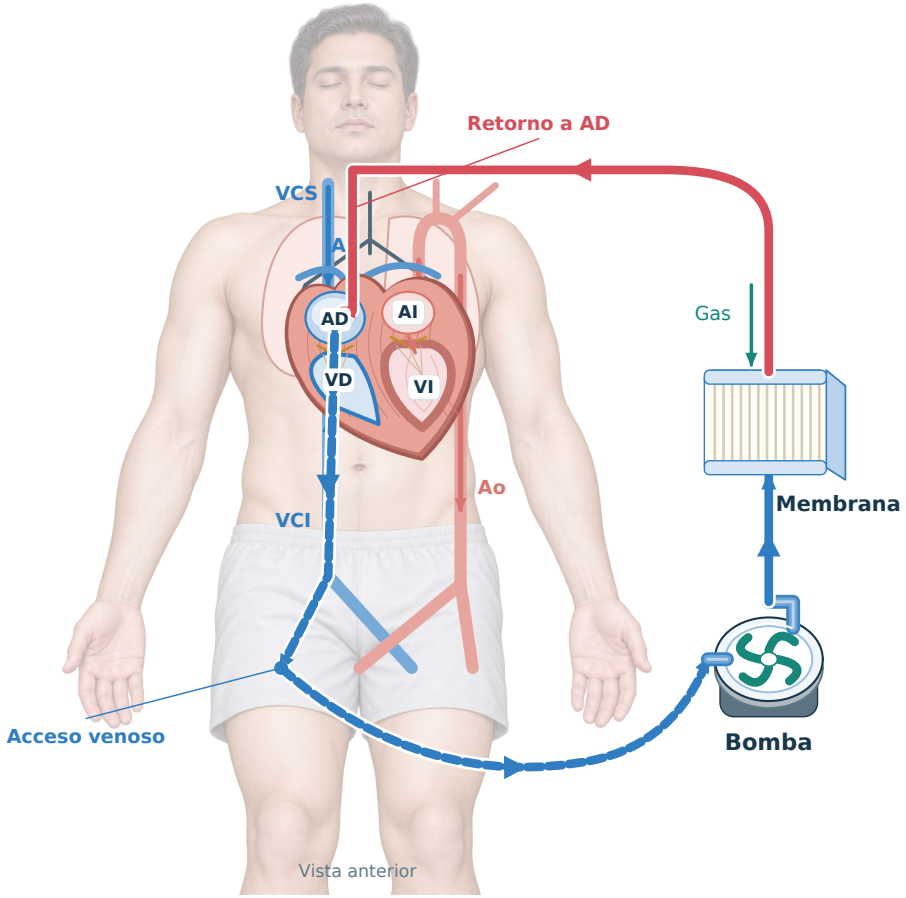
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

ECMO V-V con dos cánulas

C02

La sangre vuelve a una vena. La membrana aporta intercambio gaseoso; el corazón conserva la responsabilidad del flujo sistémico.

Drenaje venoso → bomba → membrana → retorno venoso



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Mejora el contenido de oxígeno del retorno al corazón. Puede aliviar al VD indirectamente al corregir hipoxemia y acidosis, pero no lo puentea ni impulsa sangre directamente a la aorta.

DE QUÉ DEPENDE

Flujo ECMO efectivo respecto al gasto cardíaco, recirculación, hemoglobina, consumo de oxígeno y función pulmonar residual. El flujo de la consola no equivale al flujo útil para el paciente.

QUÉ VERIFICAR

Oxigenación sistémica, gases pre y posmembrana y función del VD. La recirculación devuelve a la bomba parte de la sangre que acaba de salir de ella.

IDEA CLAVE Un buen gas posmembrana no asegura una buena oxigenación sistémica en V-V.

Fuentes: [03], [04]. Bibliografía al final.

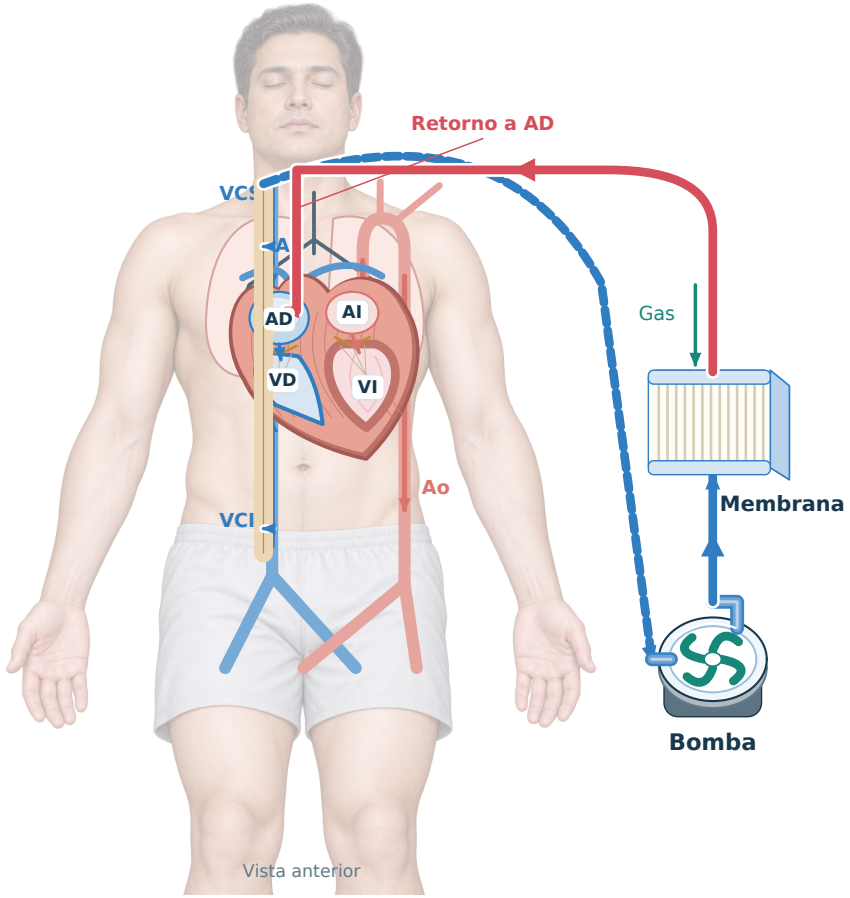
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-V con cánula de doble lumen

C03

Un acceso puede contener circuitos de drenaje y retorno distintos. El diseño bicaval dirige el retorno hacia el flujo de entrada del VD.

VCS + VCI → lumen de drenaje → membrana → AD, hacia tricúspide



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

La finalidad fisiológica es la misma que en V-V con dos cánulas. Cambia la geometría del drenaje y del chorro de retorno, no aparece soporte arterial directo.

DE QUÉ DEPENDE

Posición y orientación de los orificios, rotación o desplazamiento y relación con el retorno venoso. Una cánula de doble lumen no garantiza ausencia de recirculación.

QUÉ VERIFICAR

Imagen para comprobar la localización y dirección del retorno. Correlacionar cambios de gases y flujo con posición y función ventricular.

IDEA CLAVE Doble lumen describe la cánula; no significa doble soporte ventricular.

Fuentes: [03], [04]. Bibliografía al final.

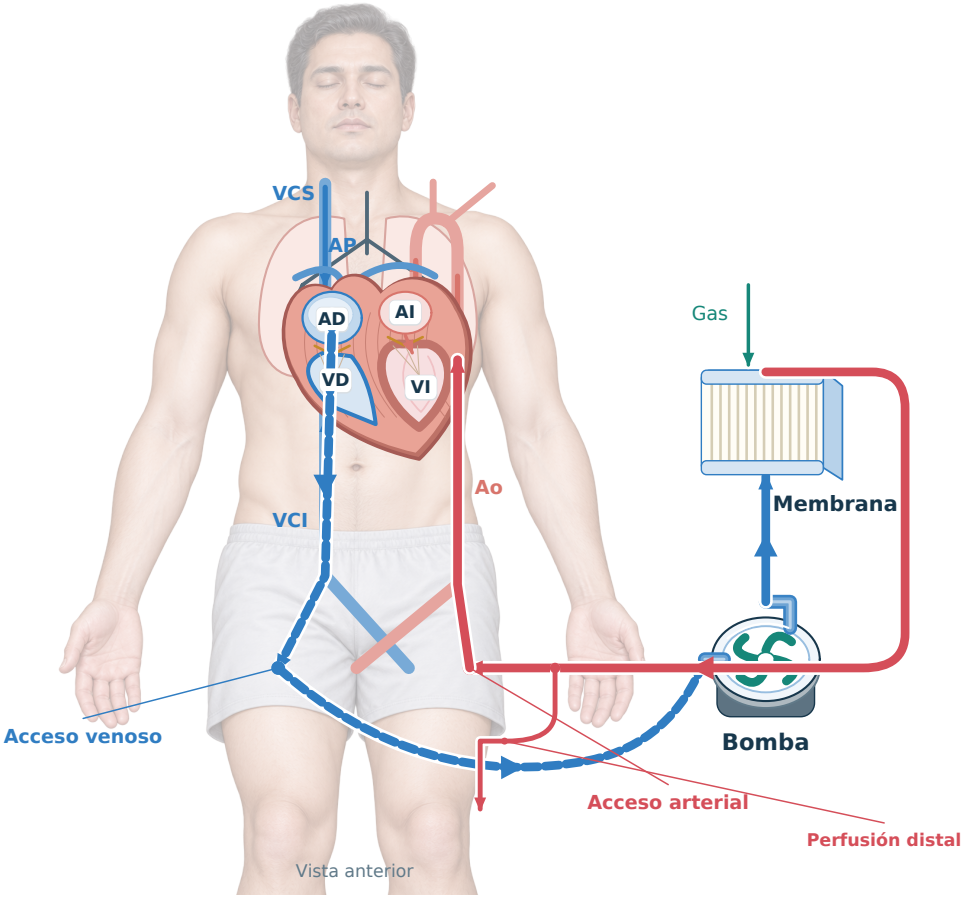
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-A con retorno femoral

C04

Parte del retorno venoso evita el corazón y el pulmón y vuelve al árbol arterial. El flujo retrógrado se encuentra con la eyección nativa.

Vf → territorio cavoauricular → bomba → membrana → Af



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

El drenaje reduce parte del llenado derecho. El retorno arterial sostiene perfusión, pero puede aumentar la presión aórtica y dificultar el vaciamiento de un VI débil.

DE QUÉ DEPENDE

Aporte ECMO relativo a la eyección nativa, carga vascular sistémica, llenado residual del VI y función valvular. El drenaje no elimina todo el flujo pulmonar.

QUÉ VERIFICAR

Apertura aórtica, tamaño del VI, estasis y congestión. Valorar gases radiales derechos y posmembrana, además de perfusión del miembro canulado.

IDEA CLAVE Sostener la circulación no equivale a descargar de forma suficiente el VI.

Fuentes: [01], [02], [04]. Bibliografía al final.

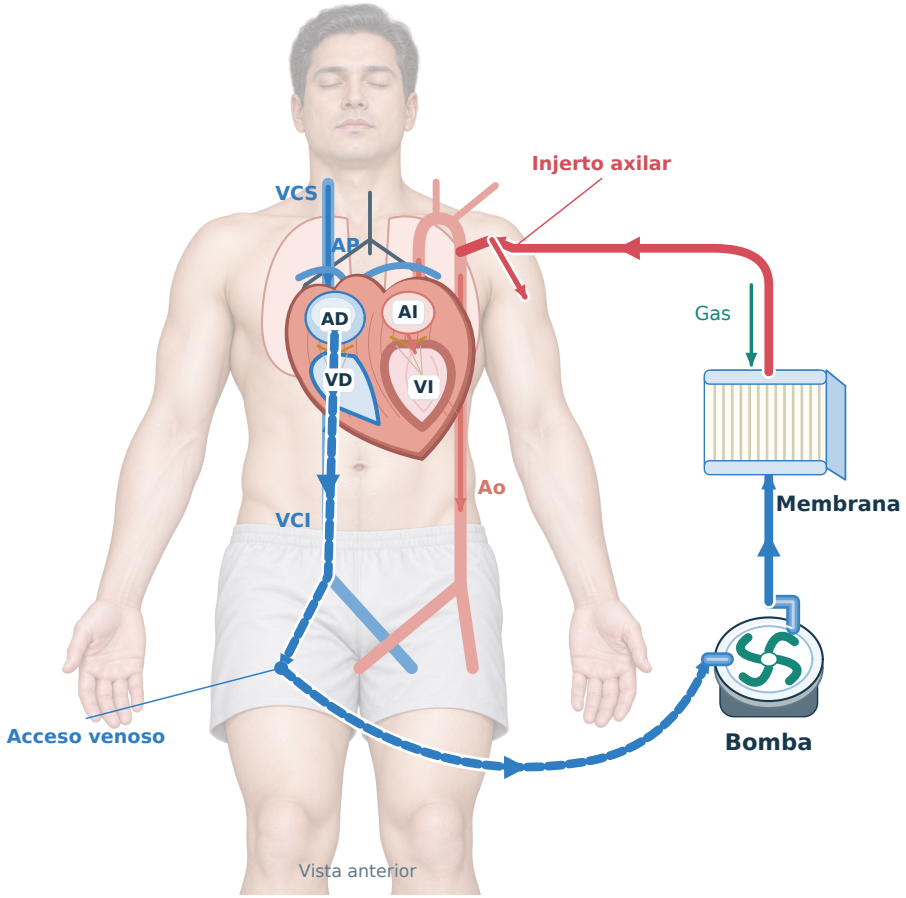
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-A con retorno axilar

C05

El punto de entrada arterial se acerca al arco aórtico. Se representa un retorno mediante injerto, sin cambiar el drenaje venoso del ejemplo.

Drenaje venoso → bomba → membrana → injerto axilar → aorta



QUÉ CAMBIA

La distribución cambia respecto al retorno femoral. Puede haber componentes anterógrados y retrógrados en la aorta y flujo hacia el brazo; no equivale a un retorno central puro.

DE QUÉ DEPENDE

Sitio y orientación del injerto, resistencias regionales y contribución del VI. El acceso modifica el reparto, pero no determina por sí solo la oxigenación de cada territorio.

QUÉ VERIFICAR

Perfusión y posible hiperperfusión del brazo, sangrado del acceso, oxigenación regional y comportamiento del VI. No asumir que el cambio de acceso resuelve toda congestión.

Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

IDEA CLAVE Un retorno más proximal no garantiza descarga izquierda ni oxigenación coronaria adecuada.

Fuentes: [01], [02]. Bibliografía al final.

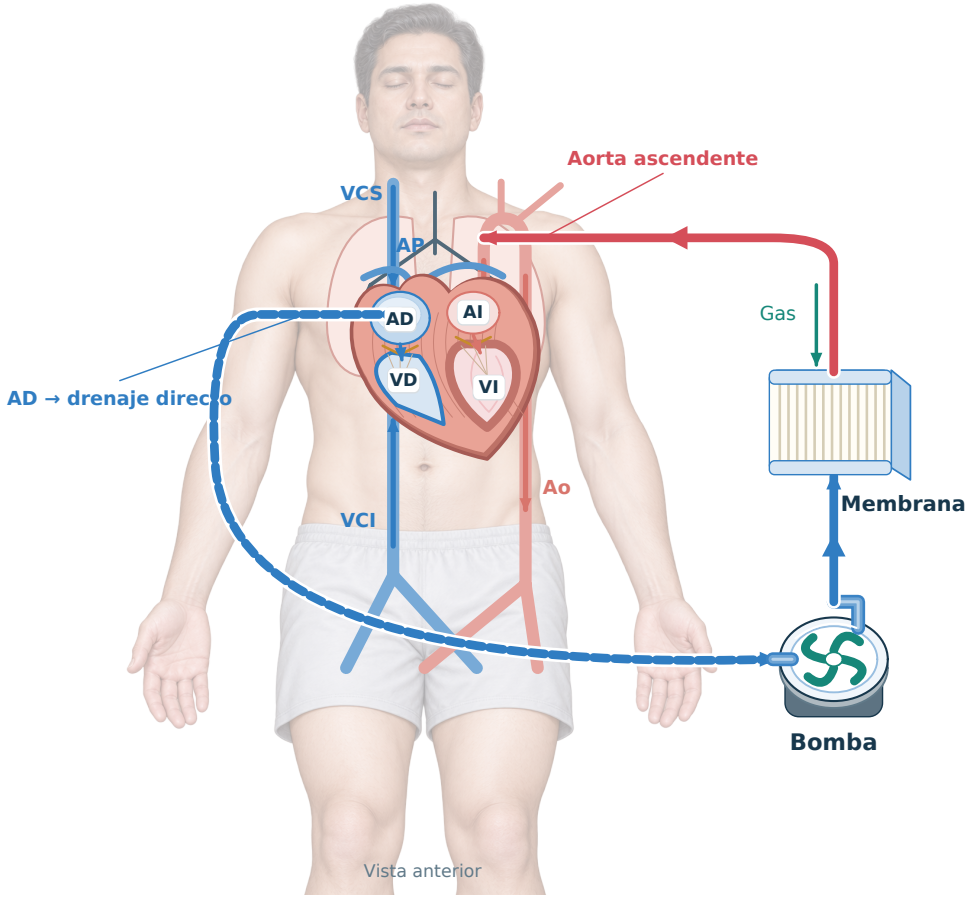
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-A central

C06

Ejemplo de drenaje directo de AD y retorno a aorta ascendente. La figura representa la conexión funcional, no una técnica quirúrgica.

AD → bomba → membrana → aorta ascendente



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Desde el retorno, la mayor parte del flujo aórtico puede dirigirse anterógradamente. En el segmento hacia la raíz puede existir flujo en sentido contrario, según la eyección del VI.

DE QUÉ DEPENDE

Presión aórtica, eyección nativa, sitio del retorno y llenado izquierdo. Aunque no exista competencia femoral, el VI sigue expuesto a carga arterial y puede distenderse.

QUÉ VERIFICAR

Drenaje, sangrado, compresión o taponamiento, vaciamiento izquierdo y perfusión. La anatomía y el contexto poscardiotomía cambian los riesgos y las necesidades de vigilancia.

IDEA CLAVE Central describe la localización del acceso; no asegura que el VI esté descargado.

Fuentes: [01], [02]. Bibliografía al final.

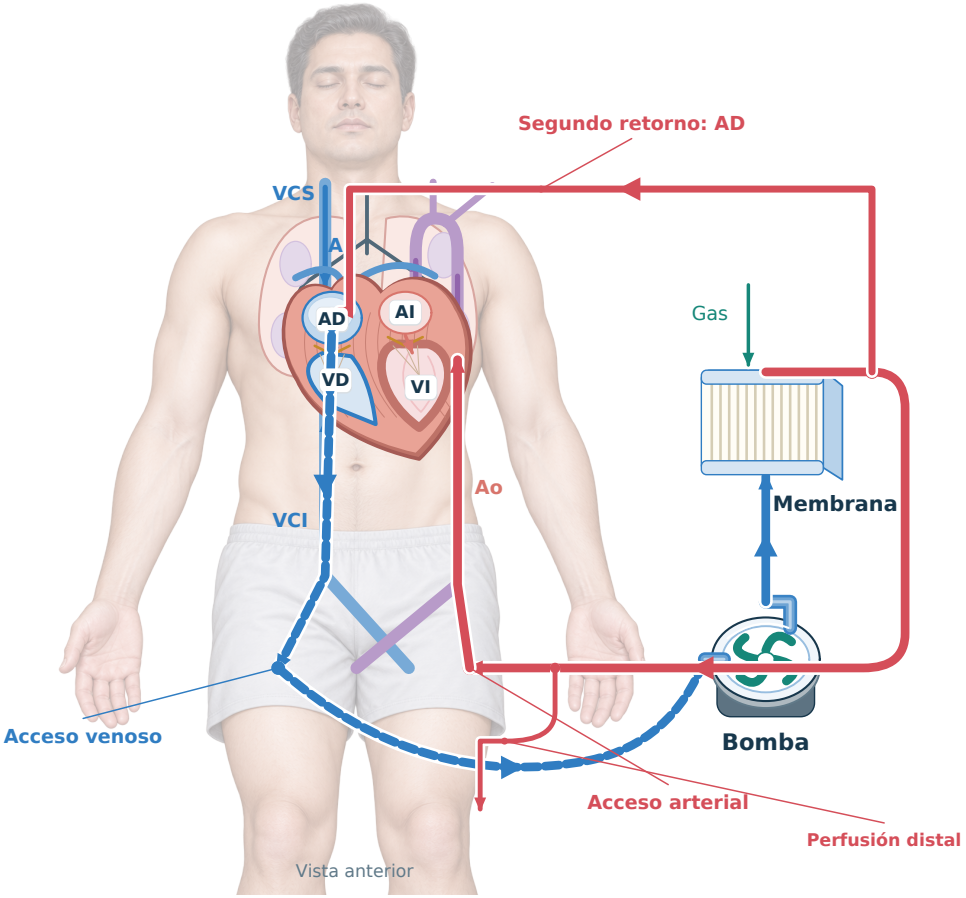
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-AV: dos retornos

C07

Tras la membrana, el flujo se divide: una rama vuelve a una arteria y otra al territorio venoso. Es diferente de añadir un segundo drenaje.

Un drenaje V → bomba → membrana → retorno A + retorno V



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

La rama venosa aporta sangre oxigenada al circuito cardiopulmonar nativo. Puede mejorar el contenido de oxígeno que llega al VI y también aumentar el flujo que debe manejar el lado izquierdo.

DE QUÉ DEPENDE

Flujo total y reparto entre ramas, resistencia de cada retorno, recirculación y función del corazón. Más flujo venoso puede reducir el arterial si el total no aumenta.

QUÉ VERIFICAR

Medir ambas ramas y comprobar perfusión sistémica, oxigenación regional y carga del VI. La menor resistencia del retorno venoso puede favorecer un reparto no deseado.

IDEA CLAVE Añadir oxigenación al circuito nativo no elimina la necesidad de sostener el componente arterial.

Fuentes: [01], [02], [03]. Bibliografía al final.

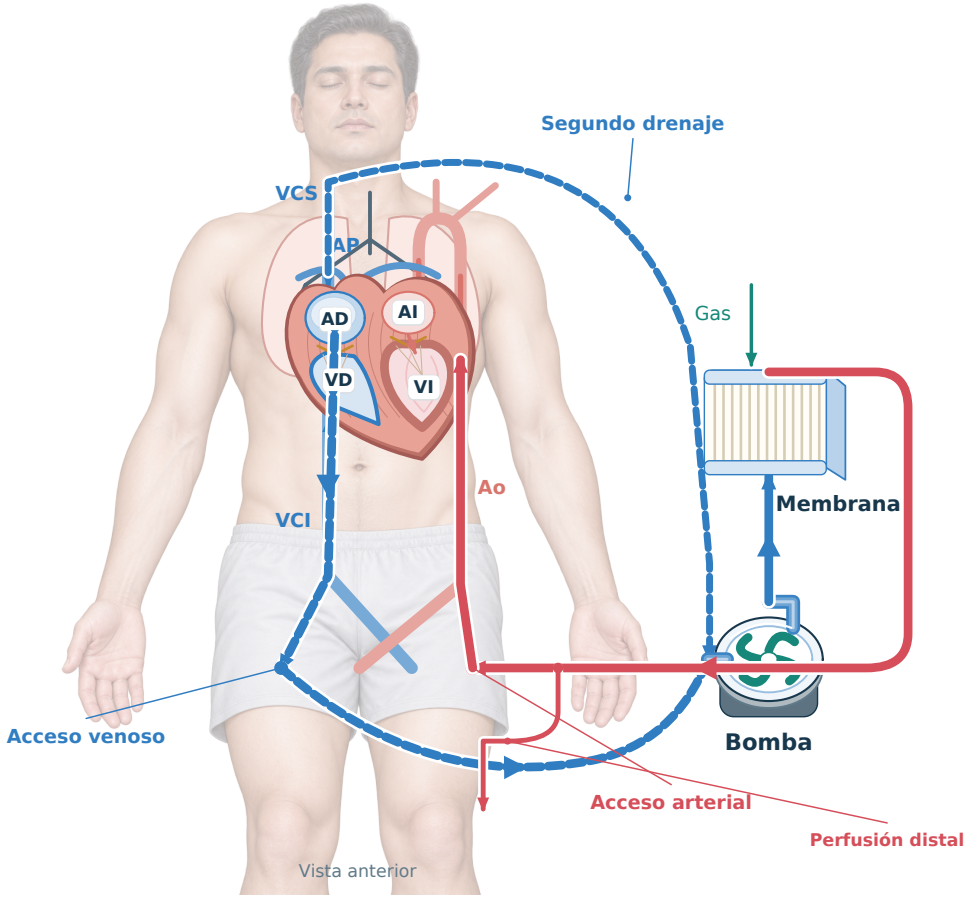
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

VV-A: dos drenajes

C08

Dos entradas venosas alimentan un retorno arterial. El guion separa el lado de extracción del lado de reinfusión.

Drenaje V + drenaje V → bomba → membrana → retorno A



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Un segundo punto de drenaje puede facilitar la captación venosa cuando el acceso inicial limita el flujo. Por sí mismo no devuelve sangre oxigenada a AD como lo hace V-AV.

DE QUÉ DEPENDE

Distribución del retorno venoso, posición y resistencia de ambas cánulas y capacidad de salida del circuito. Una entrada adicional no garantiza mayor caudal útil.

QUÉ VERIFICAR

Flujos y presiones del circuito, congestión, succión y estabilidad de cada acceso. Persisten los riesgos del retorno arterial y de carga del VI.

IDEA CLAVE V-AV y VV-A no son formas intercambiables de escribir la misma conexión.

Fuentes: [03], [04]. Bibliografía al final.

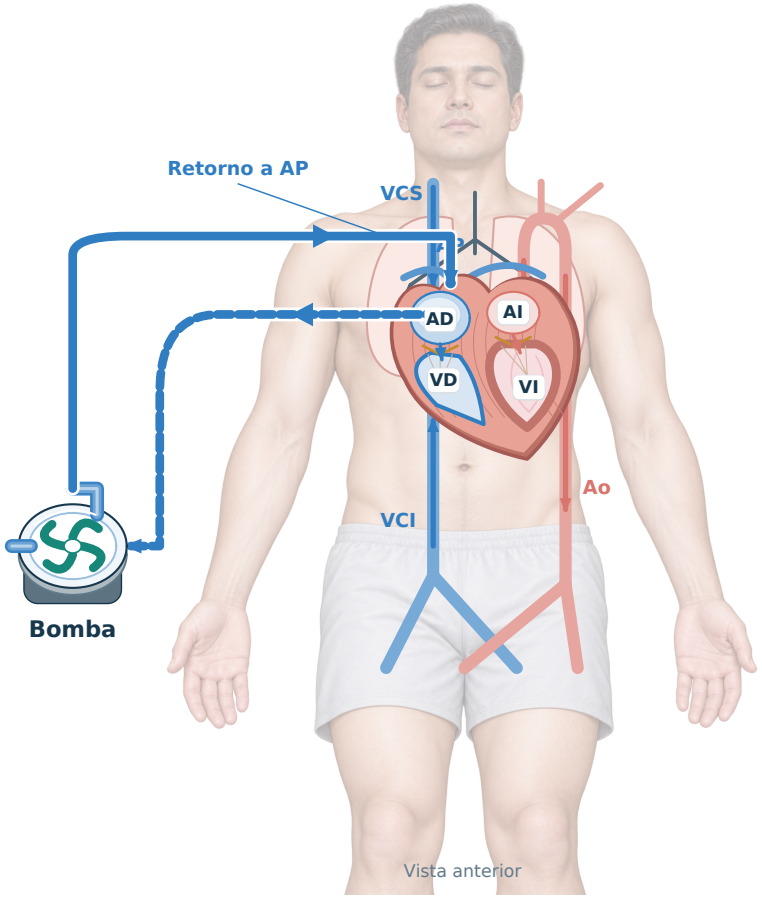
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

RVAD: de AD a arteria pulmonar

C09

La bomba puentea al VD y entrega sangre al lecho pulmonar. Se representa asistencia derecha sin membrana.

AD → bomba derecha → AP → pulmón → AI → VI



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Reduce parte de la carga de volumen del VD y sostiene el flujo pulmonar. Ese flujo llega después al corazón izquierdo, por lo que puede aumentar su llenado.

DE QUÉ DEPENDE

Retorno a AD, resistencia de cánulas y circulación pulmonar, y capacidad del VI para recibir y expulsar el flujo. El pulmón mantiene la función de intercambio gaseoso.

QUÉ VERIFICAR

Congestión venosa, flujo pulmonar y respuesta del VI. Si el lado izquierdo no tolera el aporte, pueden aumentar la presión auricular izquierda y el edema pulmonar.

IDEA CLAVE Apoyar al VD exige comprobar qué hará el VI con la sangre que recibirá.

Fuentes: [05], [07]. Bibliografía al final.

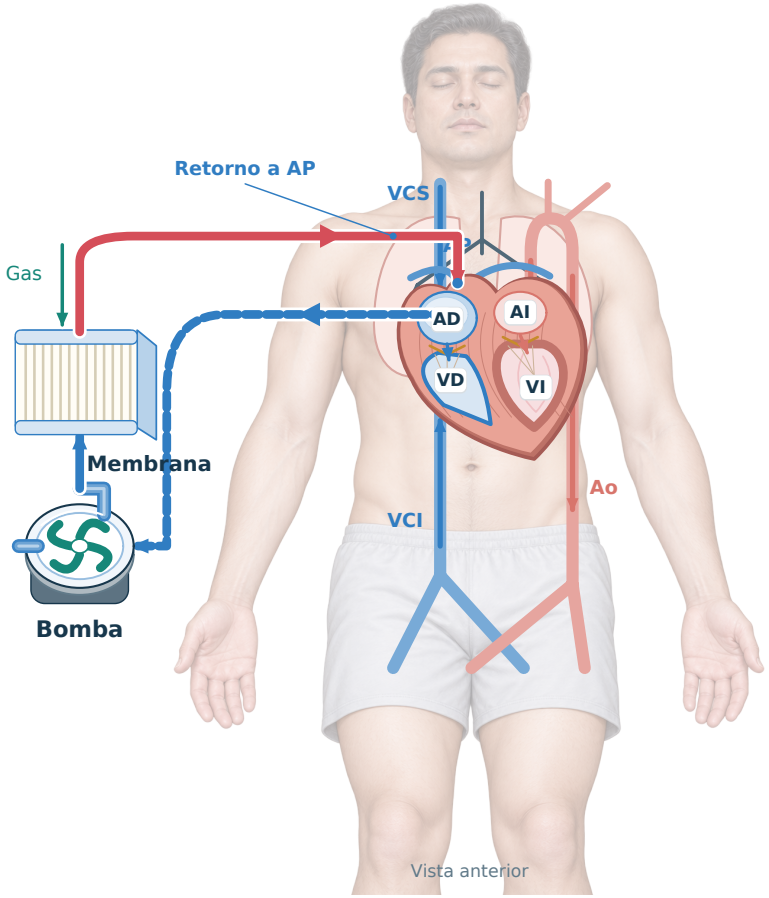
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-P con membrana: oxyRVAD

C10

El circuito combina derivación AD-AP e intercambio gaseoso. Una cánula de diseño AD-AP puede integrar drenaje y retorno en un mismo acceso.

AD → bomba → membrana → AP → pulmón → VI



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Puentea al VD y aporta oxígeno antes del lecho pulmonar. Mantiene el tránsito pulmonar y depende del VI para generar el flujo sistémico; no es V-A.

DE QUÉ DEPENDE

Disponibilidad venosa, carga pulmonar, funcionamiento de la membrana y reserva del VI. El retorno a AP no evita el paso por la vasculatura pulmonar.

QUÉ VERIFICAR

Función y llenado izquierdos, congestión pulmonar, posición del retorno en AP y funcionamiento gaseoso. Distinguir la capacidad fisiológica de la indicación regulatoria de cada dispositivo.

IDEA CLAVE Un acceso venoso no define el modo: el lugar donde termina el retorno cambia la fisiología.

Fuentes: [03], [05], [07]. Bibliografía al final.

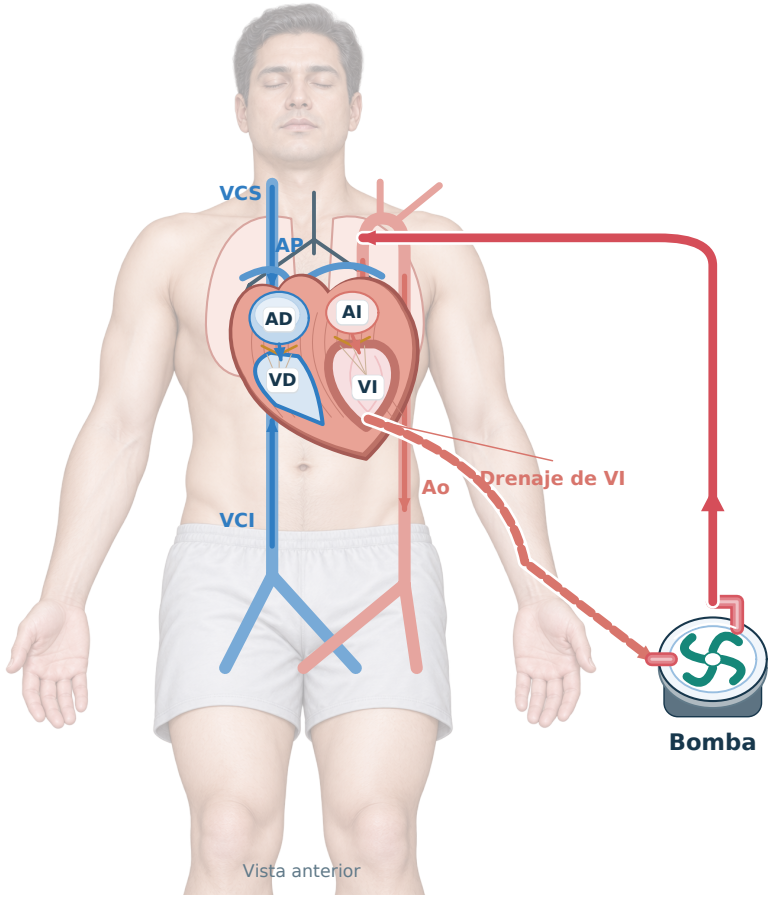
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

LVAD extracorpóreo

C11

La sangre se extrae del VI y vuelve a la aorta mediante una bomba externa. Existe la variante de drenaje de AI, con un efecto distinto sobre la cavidad ventricular.

VI → bomba izquierda → aorta; variante: AI → bomba → aorta



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

El drenaje ventricular ofrece una vía directa de salida del VI. El drenaje auricular reduce el flujo que lo llena, pero no equivale a extraer sangre directamente de su cavidad.

DE QUÉ DEPENDE

Aporte desde pulmón y VD, presión aórtica, resistencia del circuito y sitio de drenaje. Sin membrana, el contenido de oxígeno depende del pulmón nativo.

QUÉ VERIFICAR

Tamaño y presiones izquierdas, apertura aórtica, estasis, succión y función derecha. Un VI muy descargado puede coexistir con congestión sistémica por fallo del VD.

IDEA CLAVE AI y VI son entradas distintas; por eso la misma bomba puede producir una descarga diferente.

Fuentes: [06], [07]. Bibliografía al final.

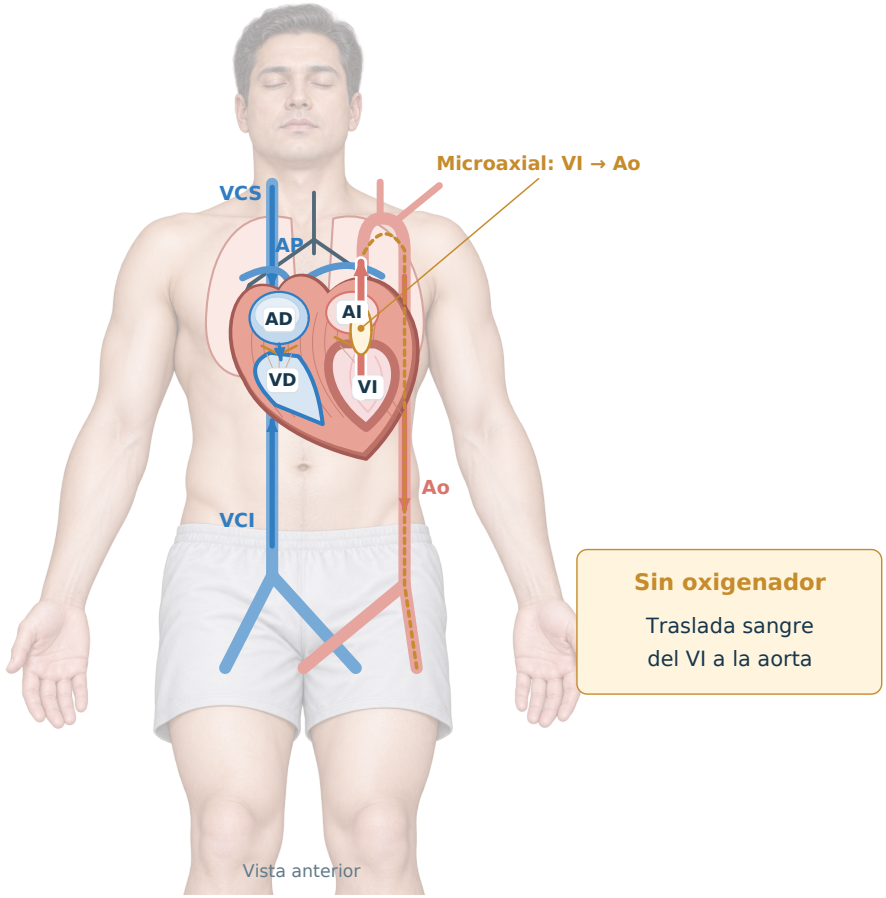
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

Bomba microaxial del VI

C12

El dispositivo transvalvular extrae sangre del VI y la entrega a la aorta. Se esquematiza el trayecto de sangre, no el procedimiento de colocación.

Entrada en VI → bomba microaxial → salida en aorta



Sin oxigenador

Traslada sangre del VI a la aorta

QUÉ CAMBIA

Añade una vía de vaciamiento ventricular y aporte arterial. Puede reducir volumen y presión del VI, según el llenado y la carga contra la que trabaja; no incorpora intercambio gaseoso.

DE QUÉ DEPENDE

Llenado del VI desde el VD y el pulmón, diferencial de presión, nivel de asistencia y posición del dispositivo. Un problema derecho puede limitar el flujo de una bomba izquierda.

QUÉ VERIFICAR

Posición, succión, tamaño del VI, perfusión, hemólisis y función del VD. El flujo del dispositivo no debe confundirse con el gasto sistémico total.

Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

IDEA CLAVE Una bomba izquierda necesita sangre de entrada; no corrige por sí sola un aporte derecho insuficiente.

Fuentes: [06]. Bibliografía al final.

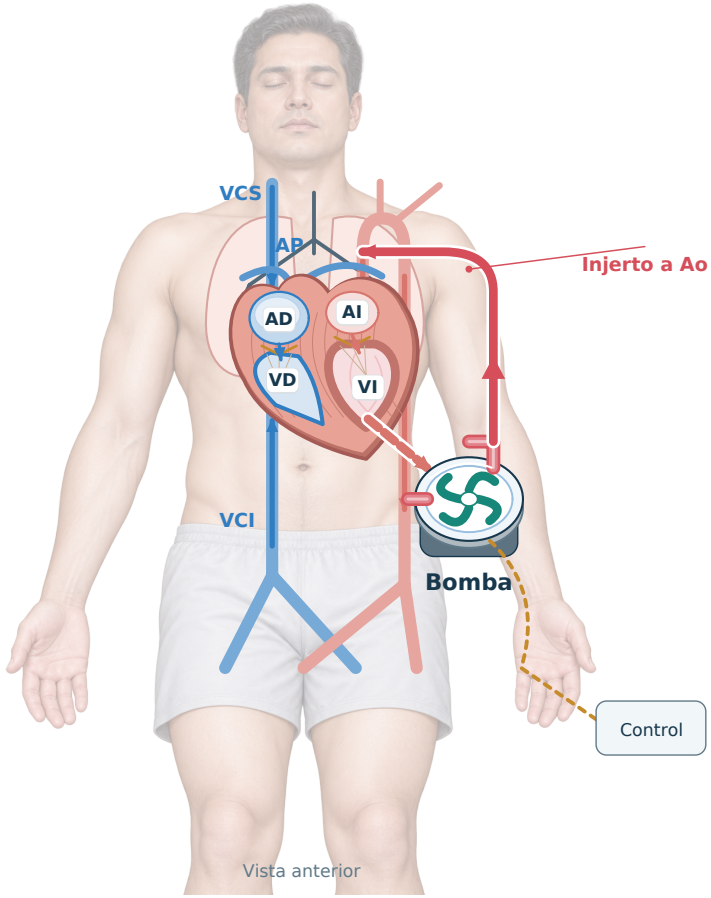
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

HeartMate 3: serie y paralelo

C13

El LVAD implantable conecta el ápex del VI con la aorta. Su relación con la vía aórtica nativa es distinta de su relación con el VD y el pulmón.

VD → pulmón → VI → [válvula aórtica y/o LVAD] → aorta



QUÉ CAMBIA

Entre VI y aorta hay dos rutas en paralelo: válvula aórtica y bomba. Antes de ellas, VD y pulmón están en serie con el llenado del VI y del LVAD. No hay oxigenador.

DE QUÉ DEPENDE

Aporte derecho, llenado ventricular, presión aórtica, resistencia del injerto y velocidad de giro. A una misma velocidad, el flujo puede variar con las condiciones de carga.

QUÉ VERIFICAR

Congestión derecha, presión arterial, cambios del flujo estimado, succión, posición septal y apertura aórtica. La lectura de la consola no sustituye la valoración del circuito completo.

Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

IDEA CLAVE HM3 trabaja en paralelo con la eyección nativa, y en serie con el aporte que llega desde VD y pulmón.

Fuentes: [08]. Bibliografía al final.

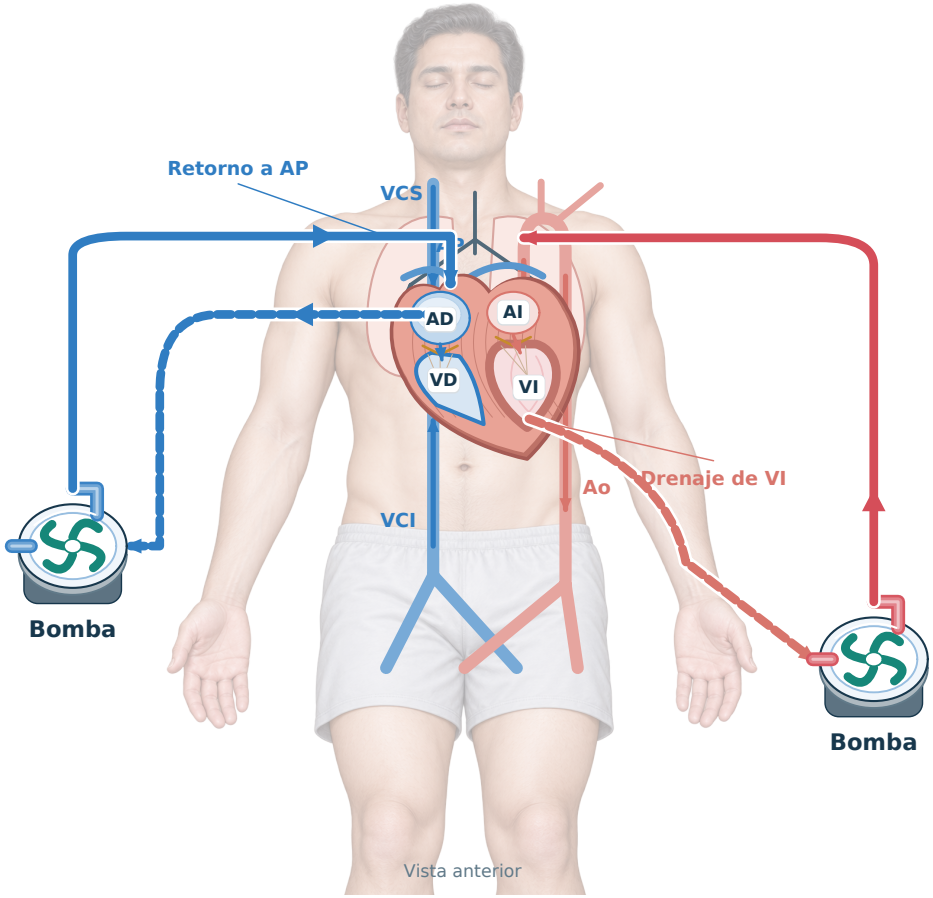
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

Asistencia biventricular

C14

Dos circuitos pueden apoyar lados distintos del corazón. Se representan un RVAD AD-AP y un LVAD VI-Ao, sin membrana.

AD → RVAD → AP → pulmón → VI → LVAD → aorta



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

Se sostienen ambos lados, pero el pulmón sigue entre las bombas. Si el aporte derecho supera la capacidad de vaciamiento izquierdo puede aparecer congestión pulmonar.

DE QUÉ DEPENDE

Equilibrio de entradas y salidas, reserva residual, carga pulmonar y sistémica y circulación a través de las válvulas. Las dos bombas no son fuentes independientes de volumen.

QUÉ VERIFICAR

Presiones de llenado, volumen de cavidades, congestión y flujos. Diferencias de lectura deben interpretarse con flujos nativos, pérdidas y exactitud de medición.

IDEA CLAVE Equilibrar dos asistencias no significa imponer ciegamente el mismo número de flujo a ambas.

Fuentes: [07]. Bibliografía al final.

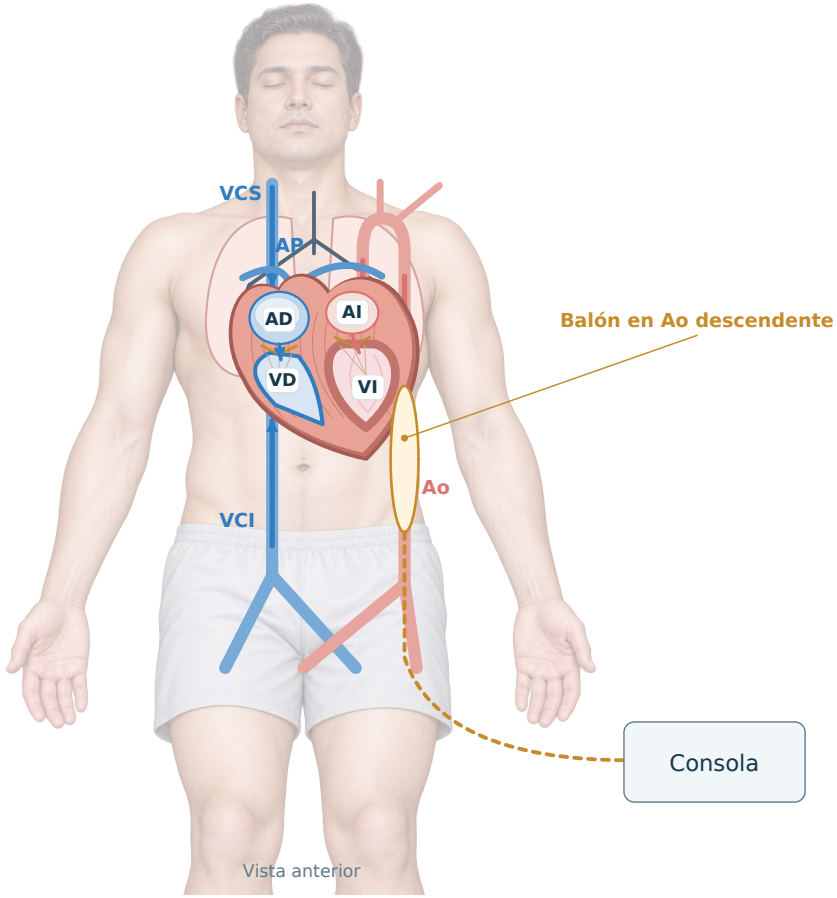
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

Balón de contrapulsación

C15

El balón desplaza volumen en la aorta durante el ciclo. No desvía sangre hacia una bomba extracorpórea ni incorpora oxigenador.

Inflado en diástole → desinflado antes de sístole



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

El inflado puede aumentar presión diastólica. Un desinflado oportuno puede reducir la presión aórtica que encuentra el VI al iniciar la eyección.

DE QUÉ DEPENDE

Momento de actuación respecto al ciclo, ritmo, distensibilidad aórtica, volumen del balón y función ventricular.

QUÉ VERIFICAR

Relación entre ECG, curva arterial y temporización. El dibujo muestra una fase de inflado, sin una escala temporal.

IDEA CLAVE La contrapulsación depende de cuándo actúa, además de cuánto volumen desplaza.

Fuentes: [09]. Bibliografía al final.

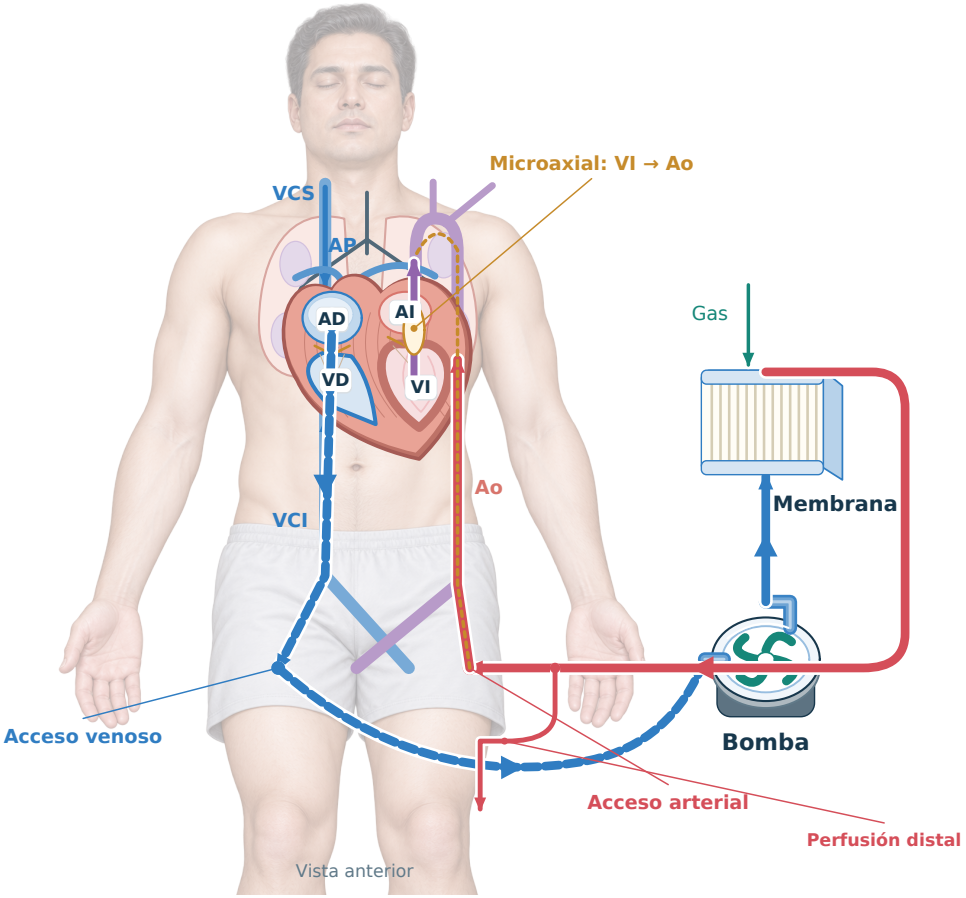
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-A más descarga microaxial

C16

El circuito V-A sostiene la circulación y la membrana; la bomba microaxial ofrece una vía de salida para el VI. La combinación se conoce como ECMELLA o ECPELLA.

V-A: venas → aorta; microaxial: VI → aorta



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

La descarga puede contrarrestar parte de la retención de volumen izquierda asociada al soporte V-A. También cambia la sangre que alcanza la aorta y su distribución regional.

DE QUÉ DEPENDE

Aportes relativos, llenado ventricular, presión aórtica y función pulmonar. Las dos consolas no permiten sumar flujos sin considerar recirculaciones y otras rutas.

QUÉ VERIFICAR

Vaciamiento del VI, succión, estasis y congestión; además, sangrado, isquemia y hemólisis. La mejoría fisiológica no demuestra por sí sola beneficio de supervivencia.

IDEA CLAVE La necesidad, el método y el momento de descarga requieren una valoración individual.

Fuentes: [01], [02], [06], [10]. Bibliografía al final.

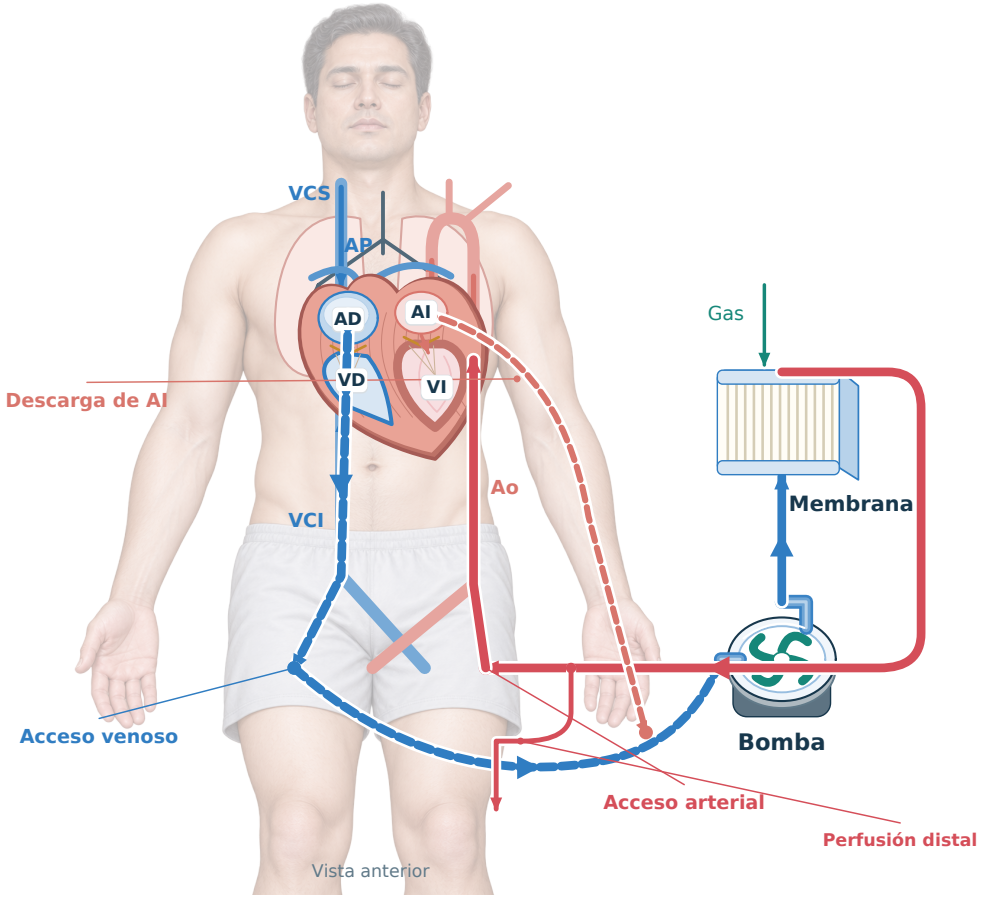
CONFIGURACIONES SOBRE EL PACIENTE

V-A y drenaje de descarga

C17

Una línea de descarga izquierda puede incorporarse al lado venoso del circuito. Se muestra drenaje de AI hacia la entrada de la bomba ECMO.

AI → línea de descarga → lado pre-bomba → membrana → aorta



Vista corporal orientativa. Las rutas internas están separadas para enseñar la conexión; sin escala ni profundidad de canulación.

QUÉ CAMBIA

El drenaje de AI reduce parte del llenado del VI. Un drenaje directo de VI extrae sangre de esa cavidad. Ninguno es idéntico a devolver sangre de VI a Ao con una bomba adicional.

DE QUÉ DEPENDE

Gradiente disponible, resistencia y posición de la línea, volumen de la cavidad y su interacción con el drenaje principal. El efecto depende de la conexión concreta.

QUÉ VERIFICAR

Presiones y tamaño izquierdos, estasis, apertura aórtica, succión y entrada de aire. Comprobar que la descarga lograda corresponde al mecanismo que se buscaba corregir.

IDEA CLAVE Nombrar la cavidad drenada y el lugar de conexión explica más que decir simplemente «vent».

Fuentes: [01], [04], [07], [10]. Bibliografía al final.

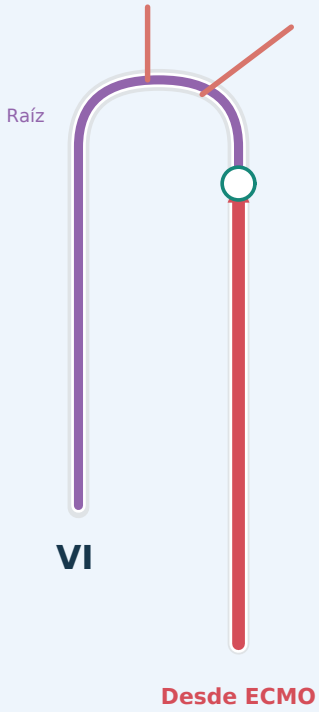
DETERMINANTES FISIOLÓGICOS

Dos fuentes, territorios que cambian

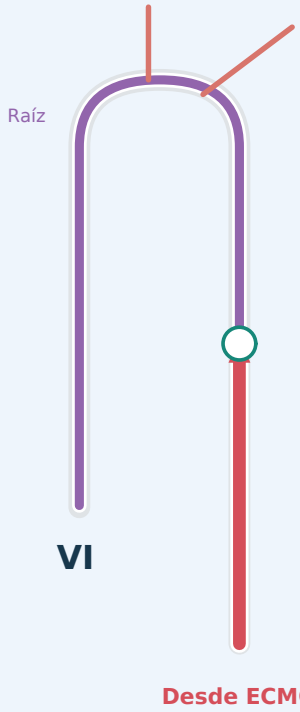
F01

La fuente pulmonar nativa y la membrana pueden ofrecer contenidos de oxígeno y CO_2 diferentes. El lugar de encuentro depende de sus aportes relativos.

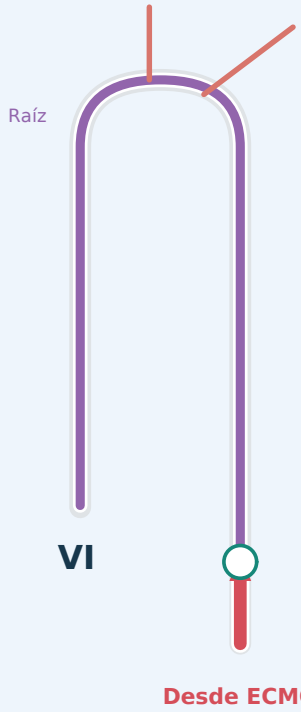
Predominio extracorpóreo



Contribuciones intermedias



Más eyección nativa



QUÉ MODIFICA EL TERRITORIO

La eyección nativa y el aporte ECMO relativo desplazan el encuentro. La presión, la geometría y las ramas también importan.

QUÉ CAMBIA CON EL PULMÓN

Si el pulmón permanece enfermo, más eyección puede aumentar la región expuesta a esa fuente de sangre.

QUÉ VERIFICAR

Radial derecha y posmembrana, junto con imagen y vigilancia regional. La radial no garantiza por sí sola oxigenación coronaria adecuada.

IDEA CLAVE Una gasometría informa sobre la sangre del sitio donde se toma, no sobre todos los territorios.

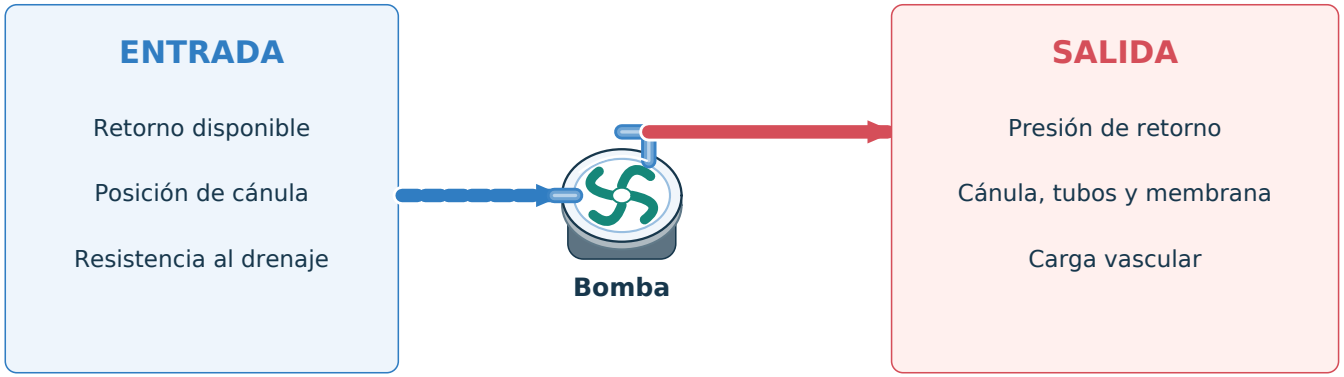
Fuentes: [02]. Bibliografía al final.

DETERMINANTES FISIOLÓGICOS

Una velocidad no equivale a un caudal

F02

La bomba trabaja entre una entrada y una salida. El flujo resulta de su interacción con ambas.



Más RPM + entrada limitada

puede producir mayor succión sin aumentar el flujo útil

MENOS ENTRADA

Puede limitar el caudal y favorecer colapso intermitente. No equivale siempre a hipovolemia.

MÁS OPOSICIÓN

A igual velocidad, un gradiente mayor o una resistencia adicional puede reducir el flujo. Hay que localizar dónde cambió.

LECTURA INTEGRADA

Relaciona velocidad, caudal y presiones con imagen y perfusión. Un número aislado no identifica la causa.

IDEA CLAVE La consola describe una condición de trabajo; el circuito completo explica la respuesta.

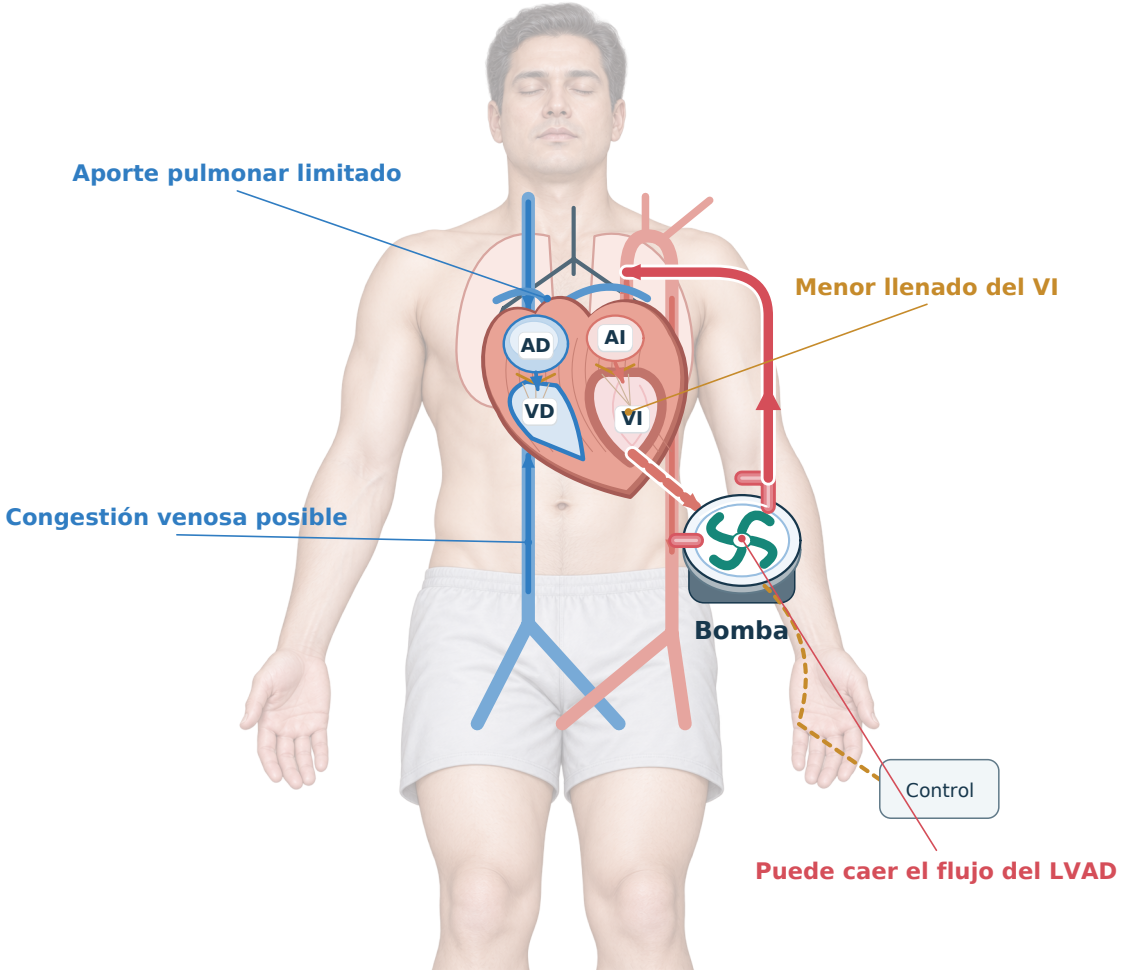
Fuentes: [04], [07], [08]. Bibliografía al final.

DETERMINANTES FISIOLÓGICOS

Una bomba izquierda necesita aporte derecho

F03

VD, pulmón, VI y LVAD están conectados. El flujo de entrada al LVAD no se crea aumentando su velocidad.



RELACIÓN EN SERIE

La sangre que atraviesa VD y pulmón constituye el aporte al lado izquierdo. Un fallo derecho puede limitar una asistencia izquierda.

INTERDEPENDENCIA

Posición septal, válvulas, descarga del VI y carga pulmonar modifican el comportamiento de ambos ventrículos.

QUÉ VERIFICAR

Congestión sistémica, función derecha, llenado izquierdo, septo, presión arterial y cambios del flujo estimado.

IDEA CLAVE El bajo flujo de un LVAD no localiza por sí solo el problema en el lado izquierdo.

Fuentes: [07], [08], [12]. Bibliografía al final.

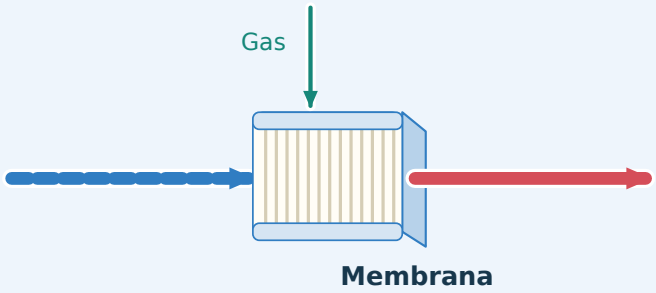
DETERMINANTES FISIOLÓGICOS

Mover sangre e intercambiar gas son funciones distintas

F04

RPM, barrido, FdO_2 y ventilación actúan sobre mecanismos diferentes. Primero identifica qué fuente de sangre quieres modificar.

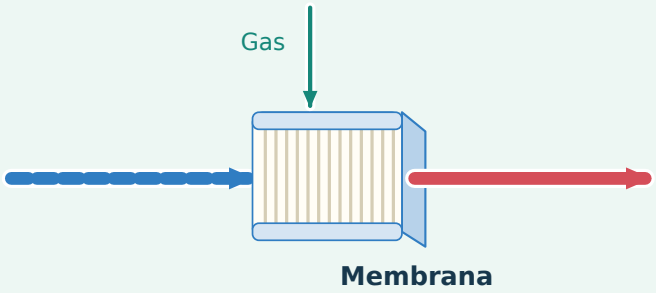
SANGRE



Flujo útil + contenido de O_2

El aporte de oxígeno depende del flujo efectivo y del contenido sanguíneo, en relación con la demanda. Hemoglobina, recirculación y gasto nativo importan.

GAS



Transferencia en la membrana

El barrido influye especialmente en la eliminación de CO_2. FdO_2, propiedades de la membrana y flujo sanguíneo participan en el intercambio de O_2.

V-V

El retorno posmembrana se mezcla en el lado venoso. El corazón debe sostener la circulación sistémica.

V-A

Distintos territorios pueden recibir sangre de la membrana o de la fuente pulmonar nativa, también con CO_2 diferente.

QUÉ VERIFICAR

Interpreta cada gas según configuración y lugar de toma. Separa FdO_2 y barrido de FiO_2 y ventilación nativas.

IDEA CLAVE Un buen gas posmembrana demuestra intercambio en esa fuente, no suficiencia de toda la circulación.

Fuentes: [02], [04]. Bibliografía al final.

CAMBIAR DE CONFIGURACIÓN

Cambiar la ruta cambia la función

F05

Estos ejemplos comparan mecanismos; la decisión clínica exige evaluar qué necesidad persiste.

	Qué cambia	Qué debe seguir funcionando
V-A → V-AV	Añadir un retorno venoso posmembrana.	Siguen importando aporte arterial, reparto de ramas y carga del VI.
V-A → V-V	Retirar el componente arterial cuando la circulación nativa puede sostenerse.	La reserva ventricular y la perfusión deben ser suficientes.
RVAD → oxyRVAD	Añadir membrana al circuito AD-AP.	El retorno sigue atravesando el pulmón y depende del VI para llegar a la aorta.
V-A → asistencia izquierda	Cambiar el circuito ante una necesidad predominantemente izquierda.	Reevaluar VD, pulmón, oxigenación y contexto de soporte duradero.

IDEA CLAVE Una nueva conexión puede resolver una necesidad y modificar otra; hay que comprobar ambas.

Fuentes: [01], [02], [03], [07]. Bibliografía al final.

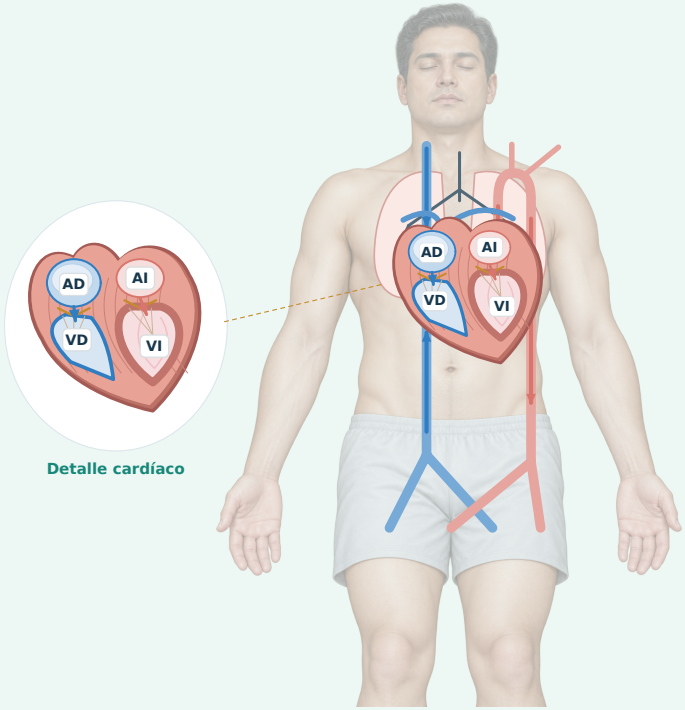
COMPARACIÓN VISUAL

ECMO V-A: perfusión y carga izquierda

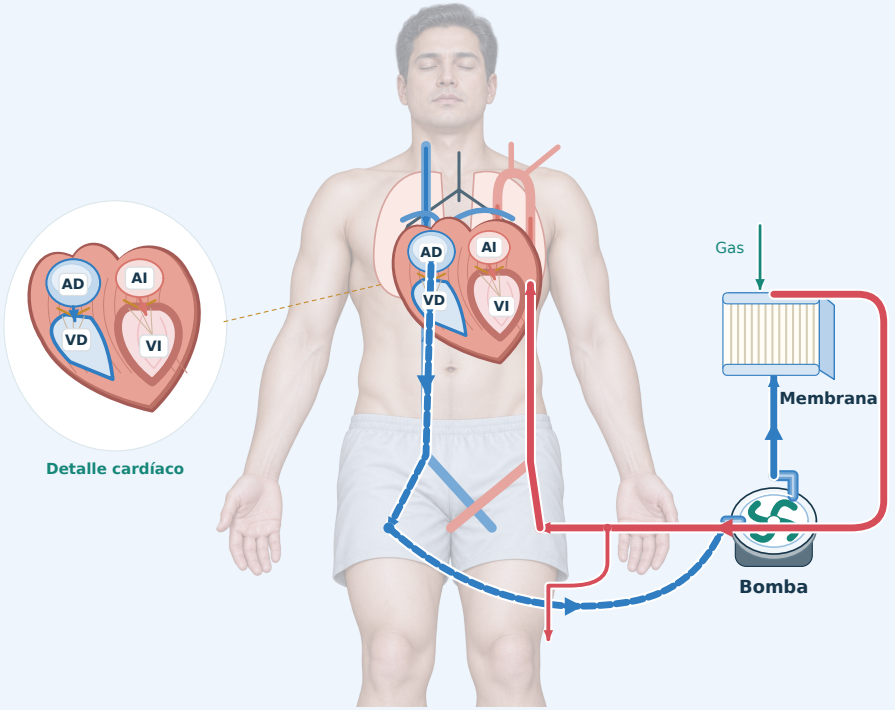
A01

El soporte arterial y la descarga ventricular son objetivos relacionados, pero diferentes.

A / Circulación nativa insuficiente



B / Aporte V-A femoral



QUÉ PUEDE MEJORAR

El retorno arterial extracorpóreo puede sostener la perfusión mientras deriva parte del retorno venoso.

QUÉ PUEDE LIMITARLO

La presión aórtica y el llenado residual pueden dificultar el vaciamiento de un VI débil. La respuesta no es uniforme.

IDEA CLAVE Comprobar perfusión, apertura aórtica, tamaño del VI y congestión.

Fuentes: [01], [12]. Bibliografía al final.

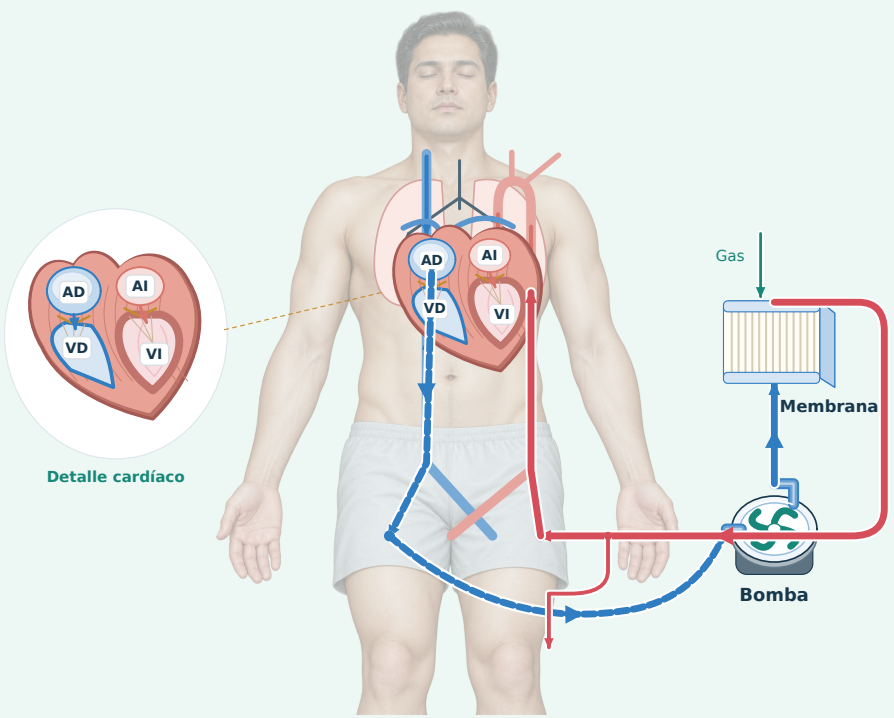
COMPARACIÓN VISUAL

Cuando el VI no logra vaciarse

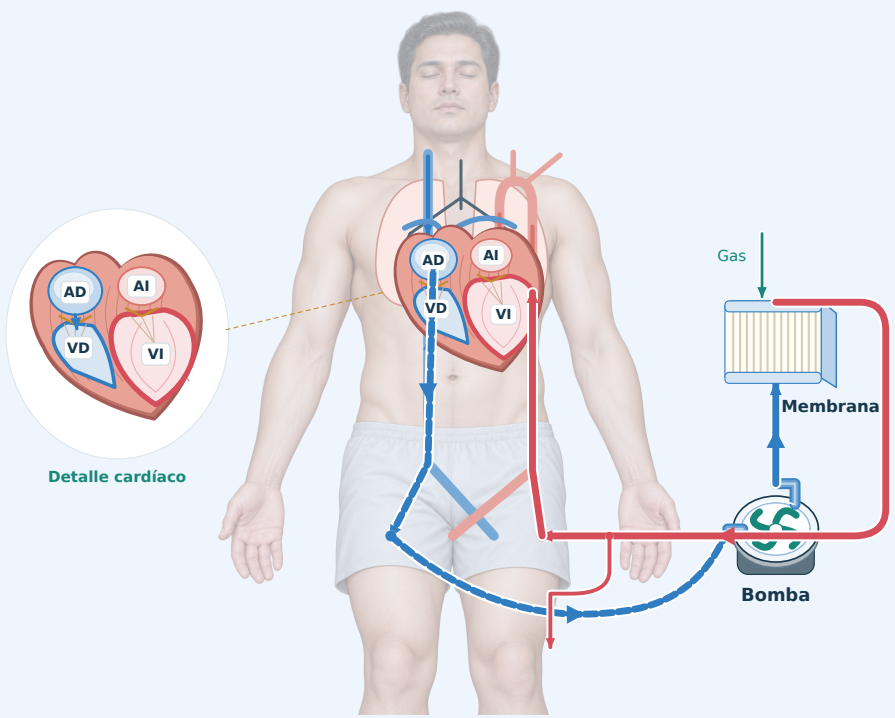
A02

El pulmón sigue aportando sangre al lado izquierdo, aunque la circulación esté sostenida por V-A.

A / V-A con vaciamiento izquierdo



B / V-A con VI distendido



QUÉ CAMBIA

En el escenario B, el llenado supera el vaciamiento y puede aumentar el volumen y la presión izquierdos.

DE QUÉ DEPENDE

Aporte pulmonar residual, contractilidad, válvulas y presión aórtica. No se explica solamente por el número de flujo ECMO.

IDEA CLAVE La PAM no demuestra que el VI esté descargado.

Fuentes: [01], [04], [12]. Bibliografía al final.

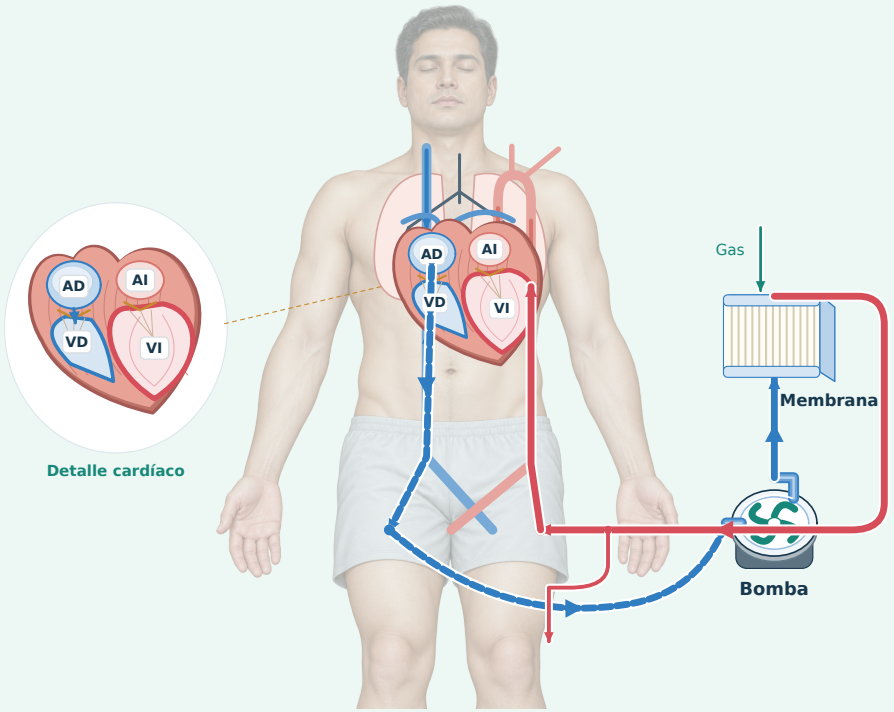
COMPARACIÓN VISUAL

Añadir una vía de descarga del VI

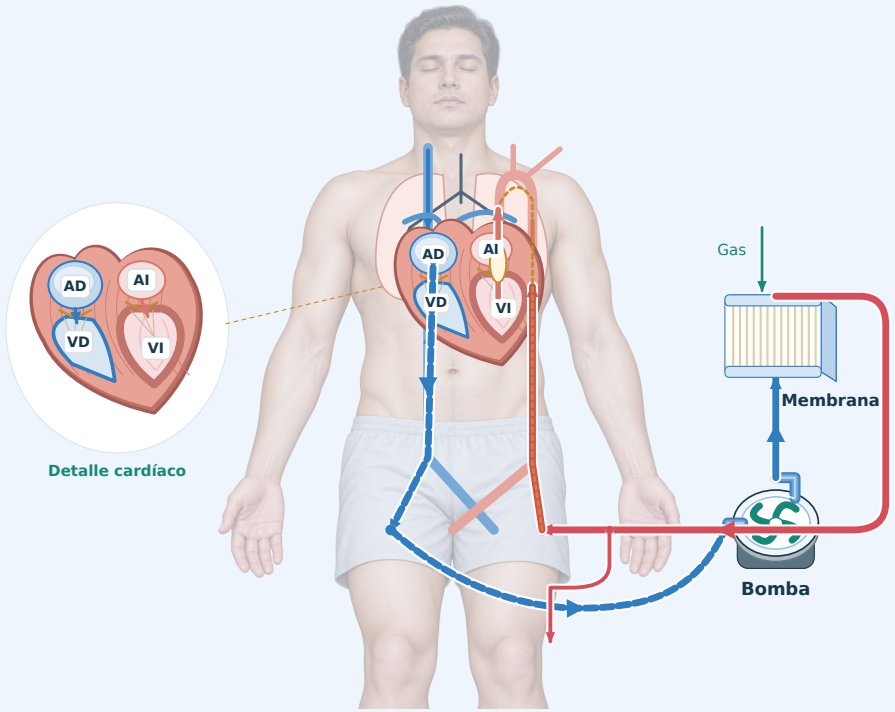
A03

Se compara la ruta V-A con la misma ruta más una bomba microaxial transvalvular.

A / V-A con VI distendido



B / V-A + vía VI-Ao



QUÉ OFRECE

La microaxial extrae sangre del VI y la entrega a Ao: una vía adicional de vaciamiento.

DE QUÉ DEPENDE

Entrada ventricular, posición, nivel de asistencia y presión de salida. La reducción de distensión debe comprobarse.

IDEA CLAVE La mejoría fisiológica no demuestra por sí sola beneficio clínico para todos los pacientes.

Fuentes: [01], [06], [10], [12]. Bibliografía al final.

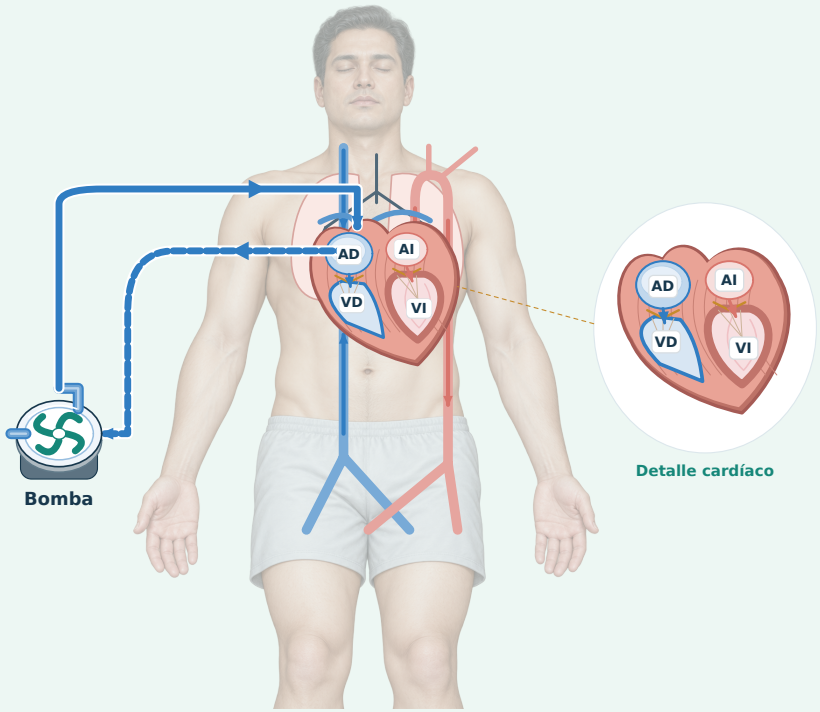
COMPARACIÓN VISUAL

Más aporte al pulmón exige un VI capaz de recibirlo

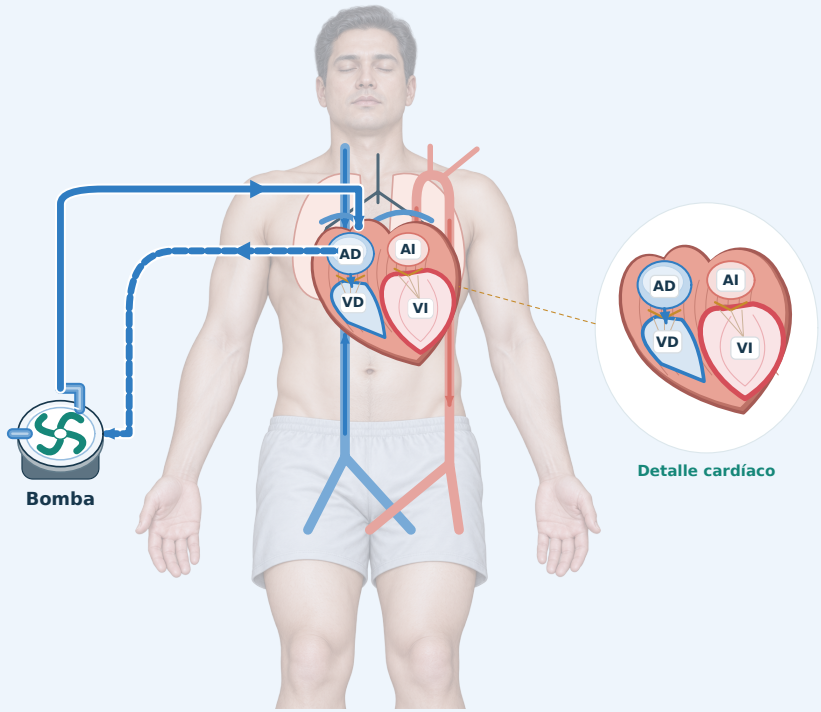
A04

El RVAD evita parte del trabajo del VD, pero conserva el tránsito por la circulación pulmonar.

A / RVAD con tolerancia izquierda



B / RVAD con congestión izquierda



QUÉ PUEDE OCURRIR

Si el VI no maneja el aporte que recibe, puede aumentar la presión izquierda y aparecer congestión pulmonar.

QUÉ DETERMINA LA RESPUESTA

Reserva del VI, distensibilidad, válvulas, carga arterial y flujo pulmonar, además del soporte derecho.

IDEA CLAVE La asistencia derecha también se evalúa desde el lado izquierdo.

Fuentes: [07], [12]. Bibliografía al final.

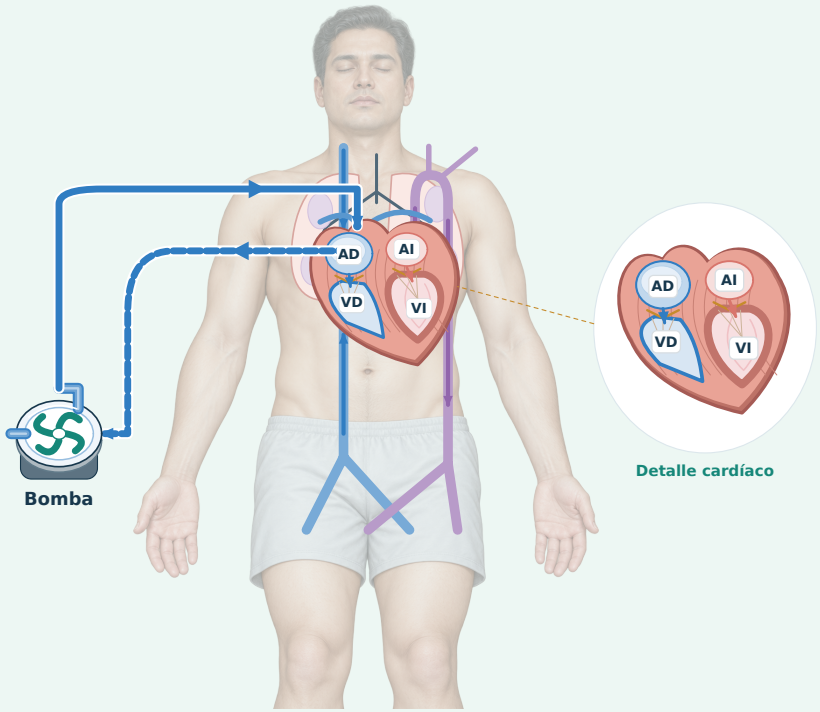
COMPARACIÓN VISUAL

RVAD y oxyRVAD: misma ruta, función añadida

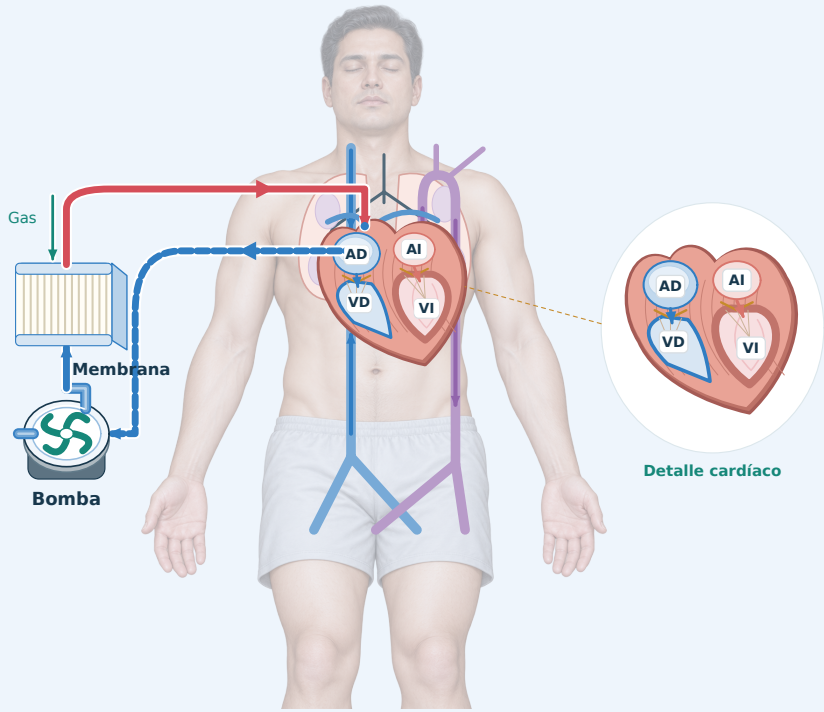
A05

Incorporar una membrana modifica el intercambio gaseoso antes del retorno a la arteria pulmonar.

A / AD → bomba → AP



B / AD → bomba → membrana → AP



QUÉ SE AÑADE

Oxigenación y eliminación de CO_2 extracorpóreas antes del lecho pulmonar.

QUÉ SIGUE SIENDO NECESARIO

El pulmón vascular recibe el flujo. El VI debe sostener la salida sistémica; la ruta no se convierte en V-A.

IDEA CLAVE La membrana añade intercambio; no cambia por sí sola el lugar del retorno.

Fuentes: [03], [05], [07]. Bibliografía al final.

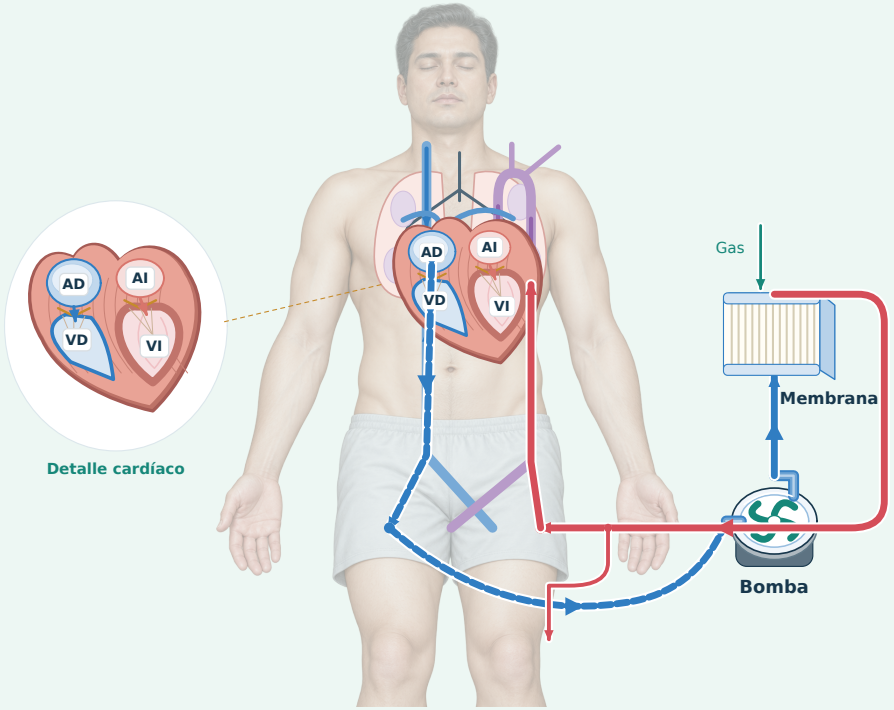
COMPARACIÓN VISUAL

V-A y V-AV: una segunda ruta de retorno

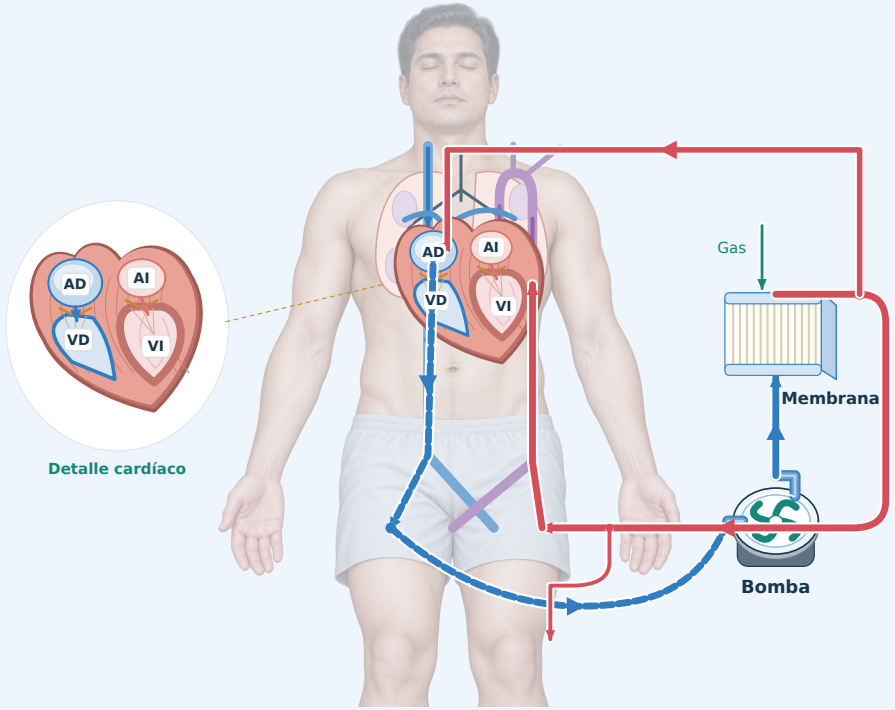
A06

La rama venosa posmembrana introduce una fuente oxigenada al circuito cardiopulmonar nativo.

A / V-A y pulmón nativo deficiente



B / V-AV: retorno arterial y venoso



QUÉ PUEDE MEJORAR

El retorno venoso puede mejorar el contenido de oxígeno que atraviesa el corazón y llega a la eyección nativa.

QUÉ PUEDE CAMBIAR TAMBIÉN

El reparto entre ramas y el llenado izquierdo. Más flujo venoso puede reducir el componente arterial a flujo total similar.

IDEA CLAVE Medir ambas ramas y comprobar perfusión arterial, oxigenación regional y carga del VI.

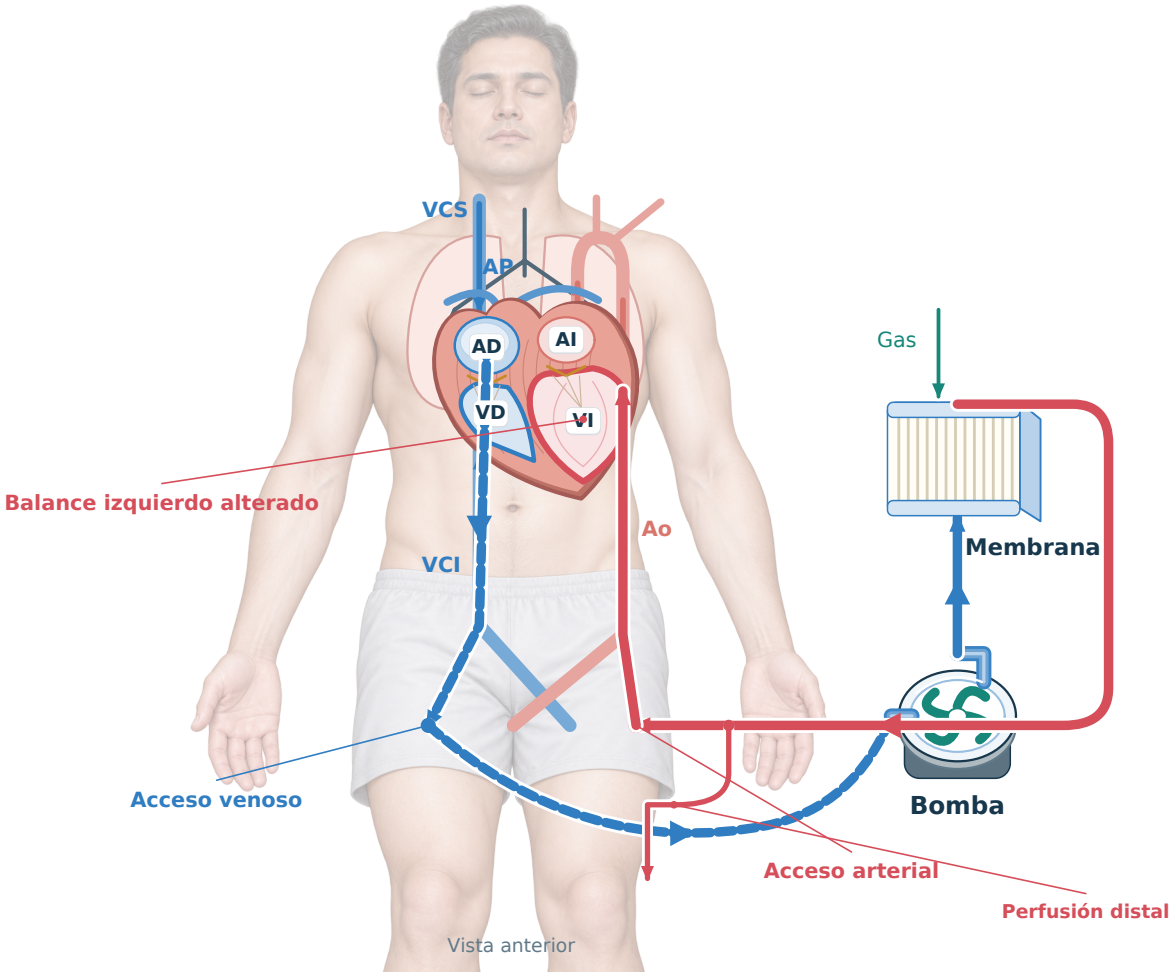
Fuentes: [01], [02], [03]. Bibliografía al final.

INTERACCIÓN CORAZÓN-BOMBA

Presión sostenida, VI congestionado

I01

Una PAM aceptable puede coexistir con congestión pulmonar y vaciamiento ventricular insuficiente.



LA OBSERVACIÓN

El VI se dilata, la válvula aórtica abre poco y aparece congestión, aunque la presión sistémica esté sostenida.

LA RELACIÓN

La presión arterial refleja una condición de salida. El volumen y la presión del VI dependen de su balance entre llenado y vaciamiento.

LA COMPROBACIÓN

Integrar eco, apertura valvular, congestión e intercambio. Analizar llenado residual y carga antes de atribuir el mecanismo a un solo ajuste.

IDEA CLAVE Presión sistémica y descarga ventricular describen fenómenos distintos.

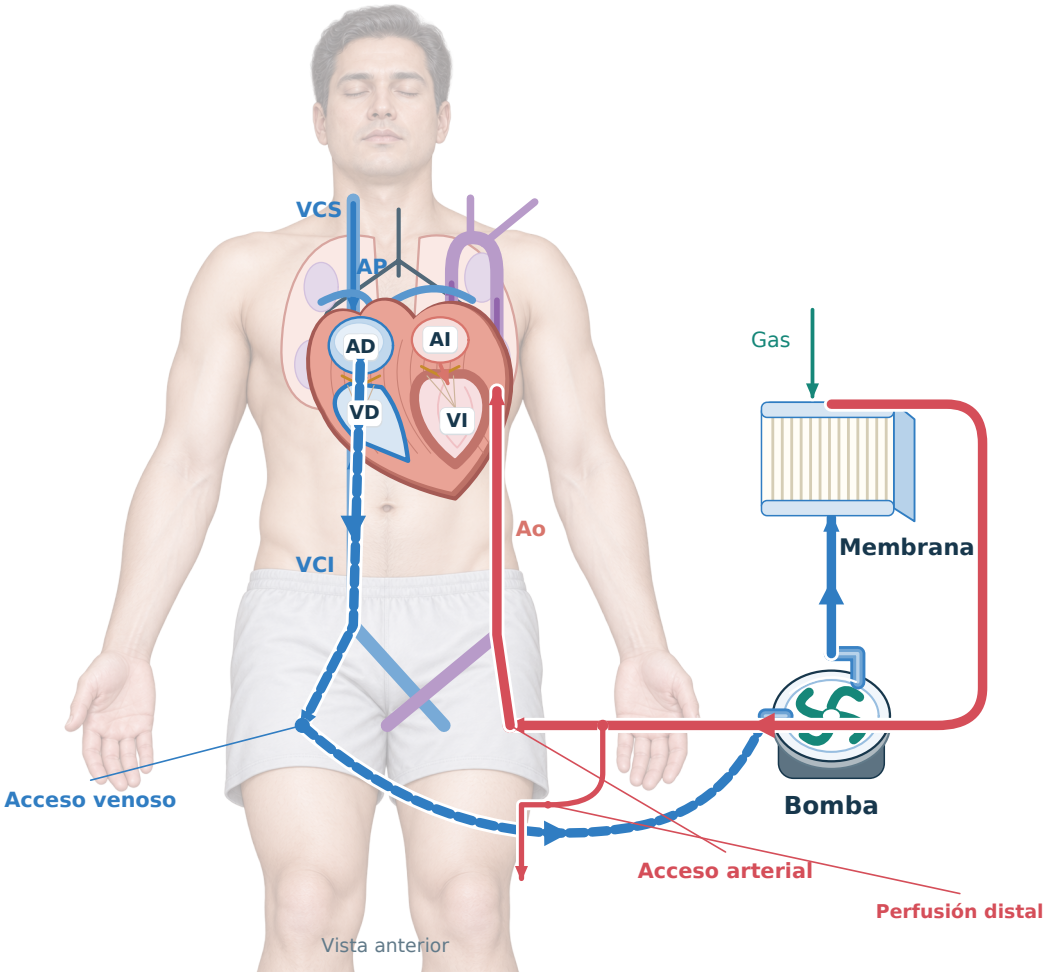
Fuentes: [01], [12]. Bibliografía al final.

INTERACCIÓN CORAZÓN-BOMBA

Recuperación cardíaca con pulmón aún enfermo

I02

La eyección nativa puede aumentar mientras su fuente pulmonar sigue ofreciendo intercambio insuficiente.



LA OBSERVACIÓN

La eyección mejora, pero la gasometría radial derecha puede diferir de la posmembrana.

LA RELACIÓN

Una mayor contribución nativa cambia la distribución de las fuentes dentro de la aorta. Recuperar eyección no asegura corregir el intercambio.

LA COMPROBACIÓN

Relacionar sitio de toma, gases de ambas fuentes y vigilancia regional. La oxigenación coronaria no se deduce automáticamente de una muestra radial.

IDEA CLAVE La recuperación del corazón y la del pulmón pueden ocurrir a ritmos diferentes.

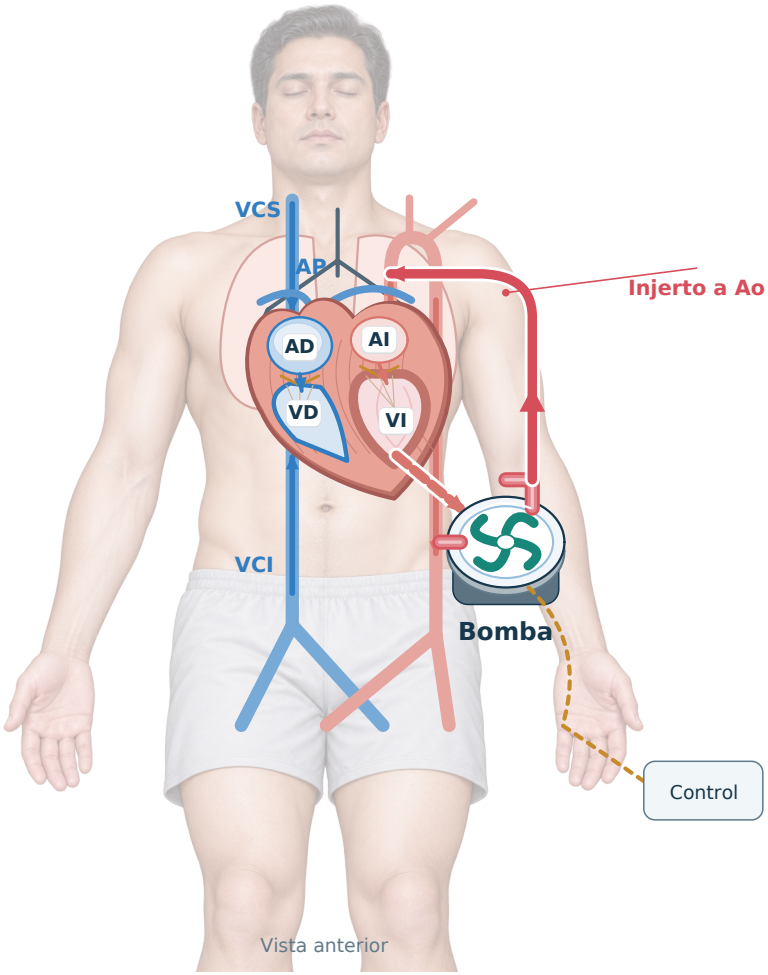
Fuentes: [02]. Bibliografía al final.

INTERACCIÓN CORAZÓN-BOMBA

LVAD con poco aporte a la entrada

I03

Una asistencia izquierda puede mostrar bajo flujo cuando el aporte a través del VD y pulmón resulta limitado.



LA OBSERVACIÓN

Hay congestión venosa y llenado izquierdo reducido; el flujo del LVAD desciende o se vuelve inestable.

LA RELACIÓN

Aumentar velocidad no genera sangre de entrada. La respuesta puede quedar limitada por el lado derecho o por las condiciones de llenado.

LA COMPROBACIÓN

Valorar VD, septo, llenado del VI, presión arterial y trayecto de entrada y salida. Considerar causas simultáneas.

IDEA CLAVE Un VI pequeño con congestión sistémica obliga a pensar en la circulación completa.

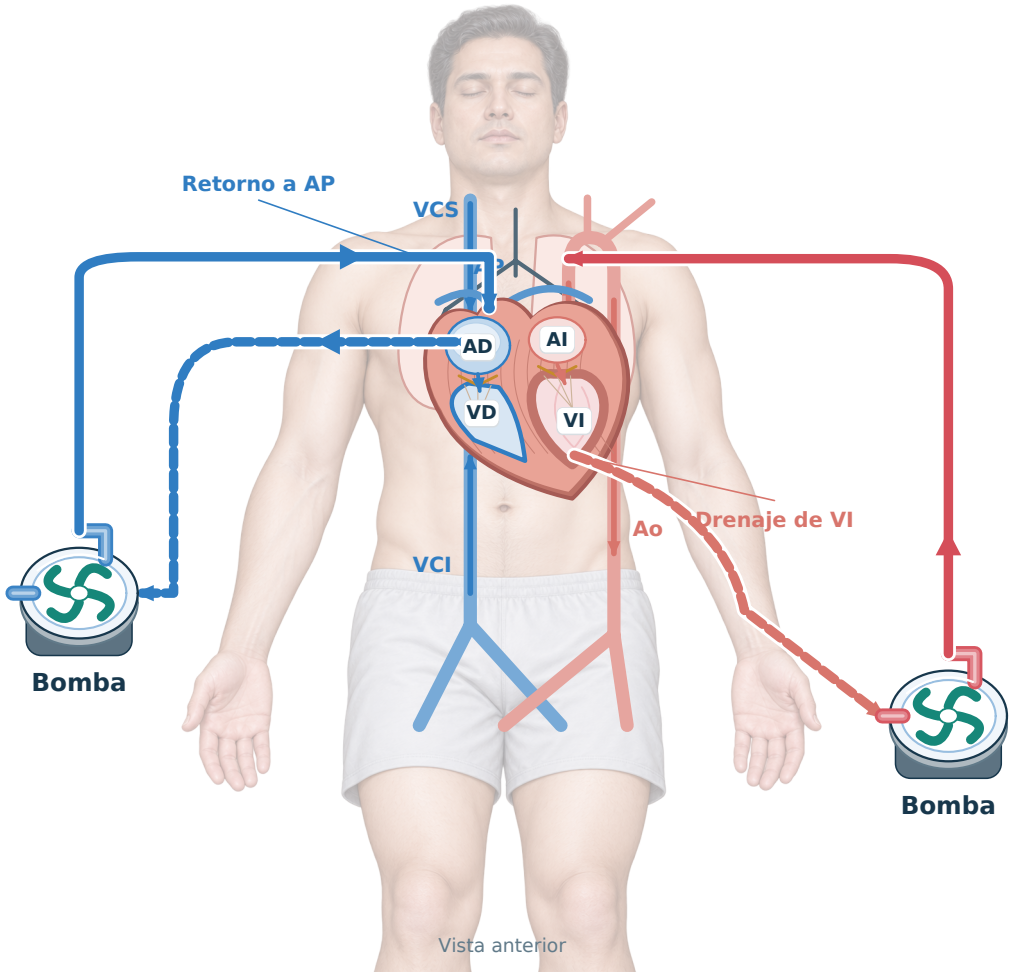
Fuentes: [08], [12]. Bibliografía al final.

INTERACCIÓN CORAZÓN-BOMBA

Dos bombas y un mismo volumen circulante

I04

En BiVAD, los circuitos se conectan a través del pulmón y del retorno sistémico.



LA OBSERVACIÓN

El aporte al pulmón supera el vaciamiento izquierdo o la asistencia izquierda demanda más de lo que recibe.

LA RELACIÓN

El desequilibrio puede expresarse como congestión o falta de entrada. Las bombas no disponen de fuentes independientes de sangre.

LA COMPROBACIÓN

Relacionar flujos, presiones de llenado, función nativa, volumen de cavidades y exactitud de cada medición.

IDEA CLAVE Equilibrar asistencias no significa imponer ciegamente el mismo número a ambas consolas.

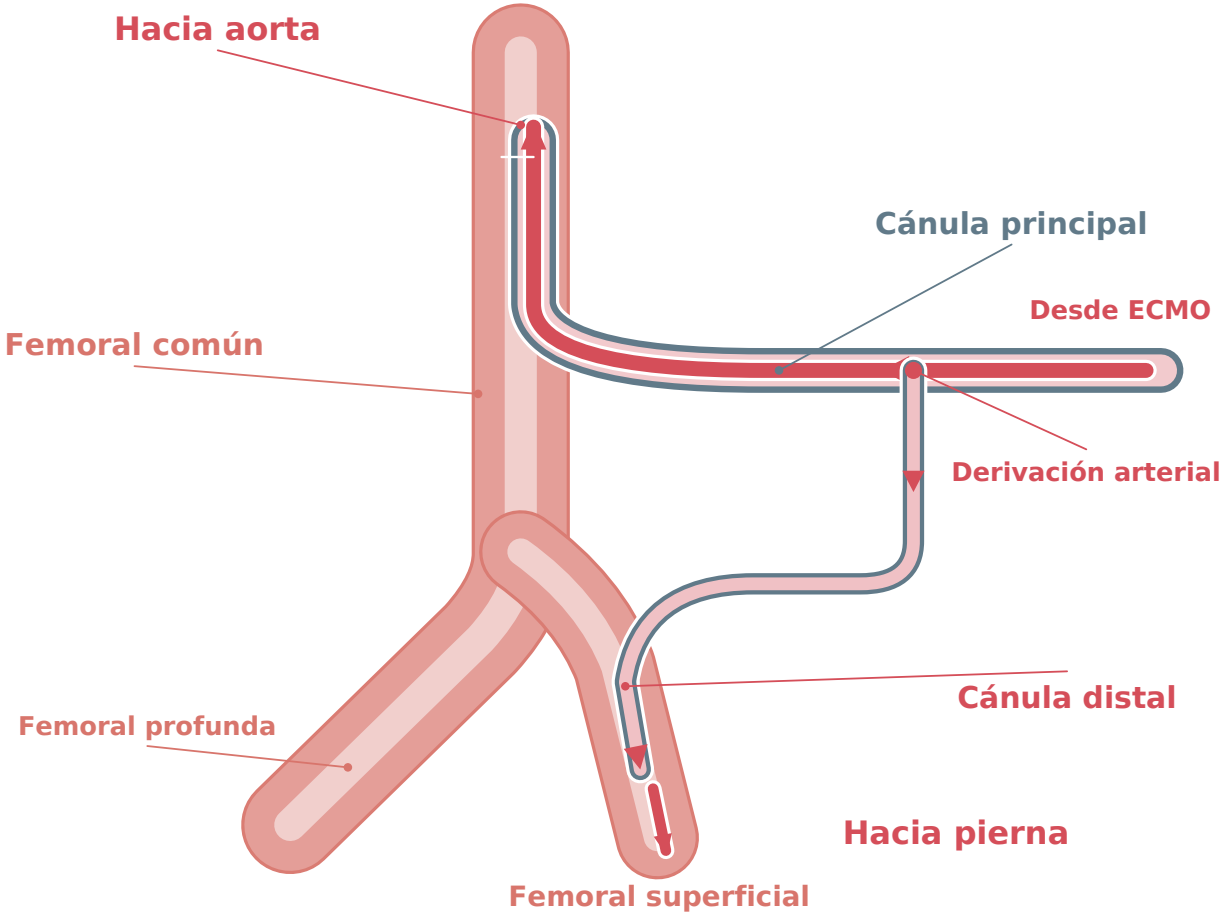
Fuentes: [07], [12]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 1 / ANATOMÍA Y CONEXIÓN

Reperfusión distal: dos direcciones

D01

La cánula principal se dirige proximalmente. La derivación distal entrega parte de la sangre posmembrana hacia la extremidad canulada.



PRINCIPAL: HACIA AORTA

El retorno arterial principal sostiene la circulación sistémica. Su cuerpo ocupa parte de la luz femoral.

DISTAL: HACIA LA PIERNA

La conexión deriva sangre del retorno arterial hacia una cánula orientada al territorio distal, habitualmente la femoral superficial.

CONEXIÓN VISIBLE

El punto rojo es una unión real. El esquema separa los trayectos para mostrar origen y destino.

IDEA CLAVE La cánula de reperfusión distal debe conducir sangre hacia la pierna, desde una fuente arterial adecuada.

Fuentes: [01], [17]. Bibliografía al final.

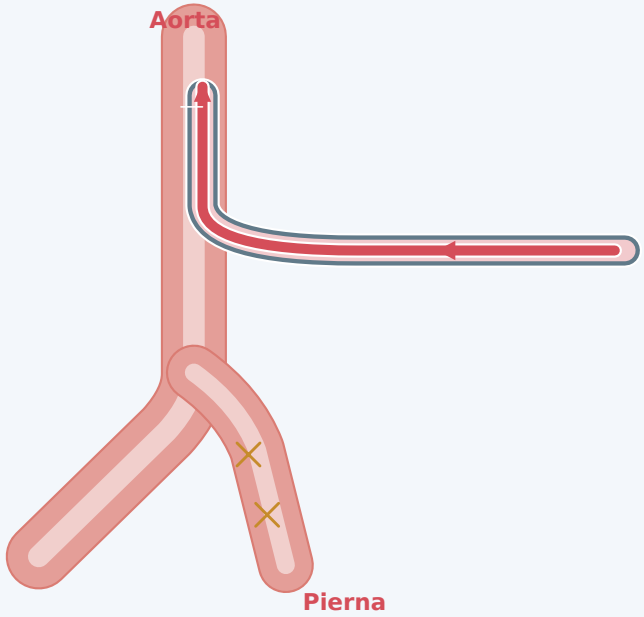
PROBLEMA 1 / COMPARACIÓN DE RUTAS

Qué cambia al añadir la derivación distal

D02

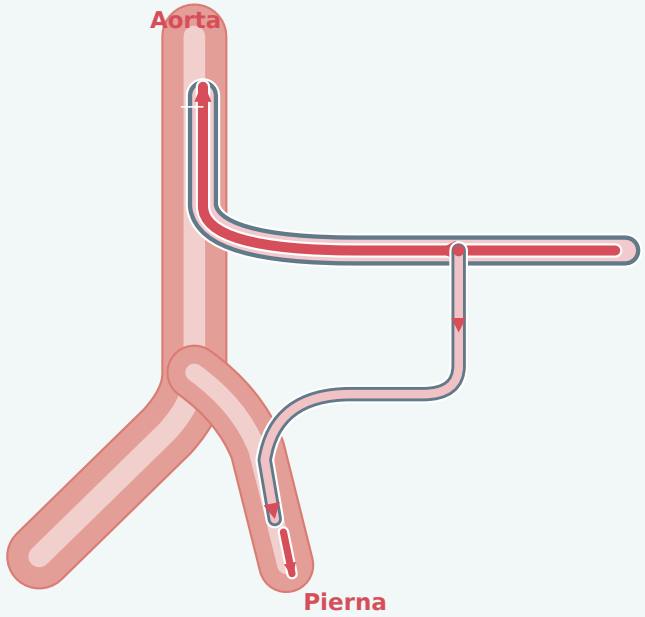
La obstrucción parcial del flujo alrededor de la cánula puede comprometer el territorio distal. La rama ofrece una vía adicional.

A / Sin vía distal representada



Paso distal limitado

B / Con derivación anterógrada



Vía adicional al territorio distal

Determinantes: relación cánula-vaso, posición, presión disponible, resistencia de la derivación y del lecho distal, enfermedad vascular y aporte colateral.

IDEA CLAVE Una derivación presente no demuestra una perfusión tisular suficiente.

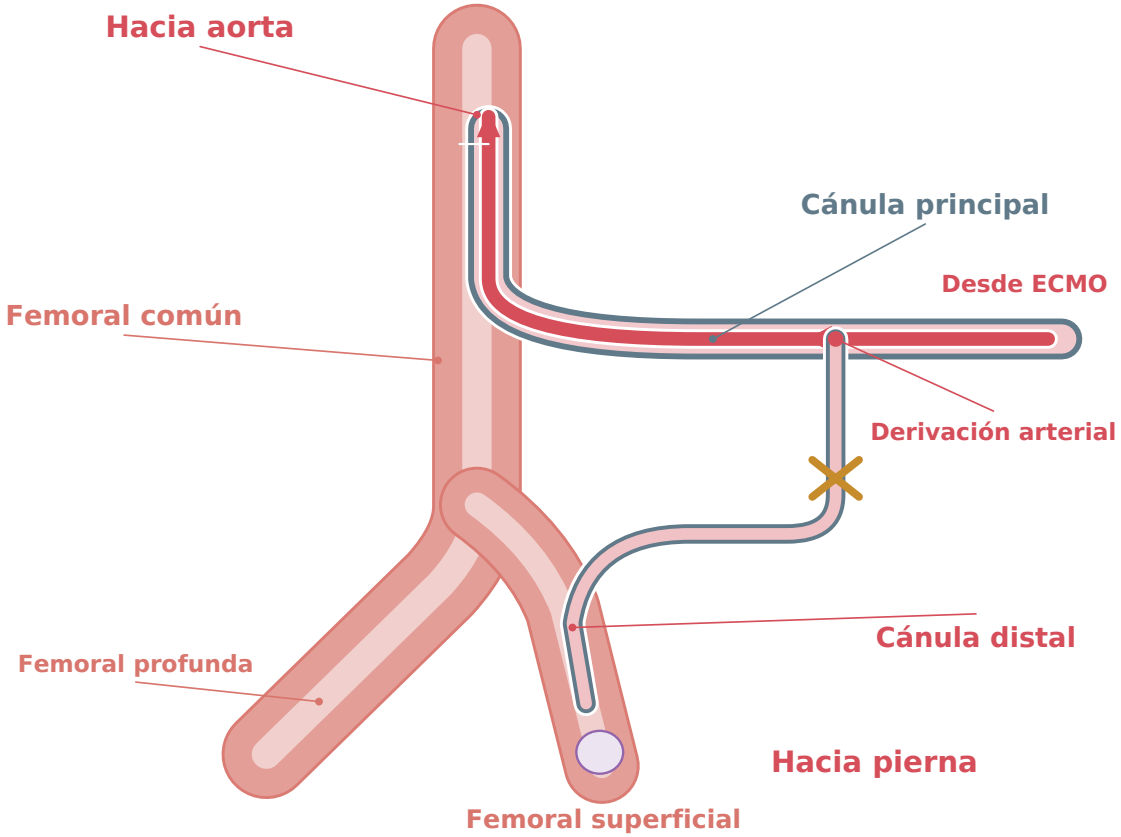
Fuentes: [01], [17]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 1 / DEL CIRCUITO AL TERRITORIO

Si la pierna continúa hipoperfundida

D03

El problema puede estar en la derivación, en el vaso o en la perfusión del paciente. Hay que relacionar ambos extremos.



TRAYECTO

Acodamiento, obstrucción, conexión o posición inadecuada pueden limitar la sangre que llega distalmente.

VASO Y TEJIDOS

Disección, embolia, vasoconstricción, congestión o presión compartimental pueden comprometer la extremidad.

COMPROBACIÓN

Comparación clínica bilateral, Doppler e imagen; NIRS y tendencias, si se dispone. Un deterioro requiere evaluación inmediata del equipo.

IDEA CLAVE Comprueba el flujo y la perfusión del miembro; no te detengas en la apariencia de la línea.

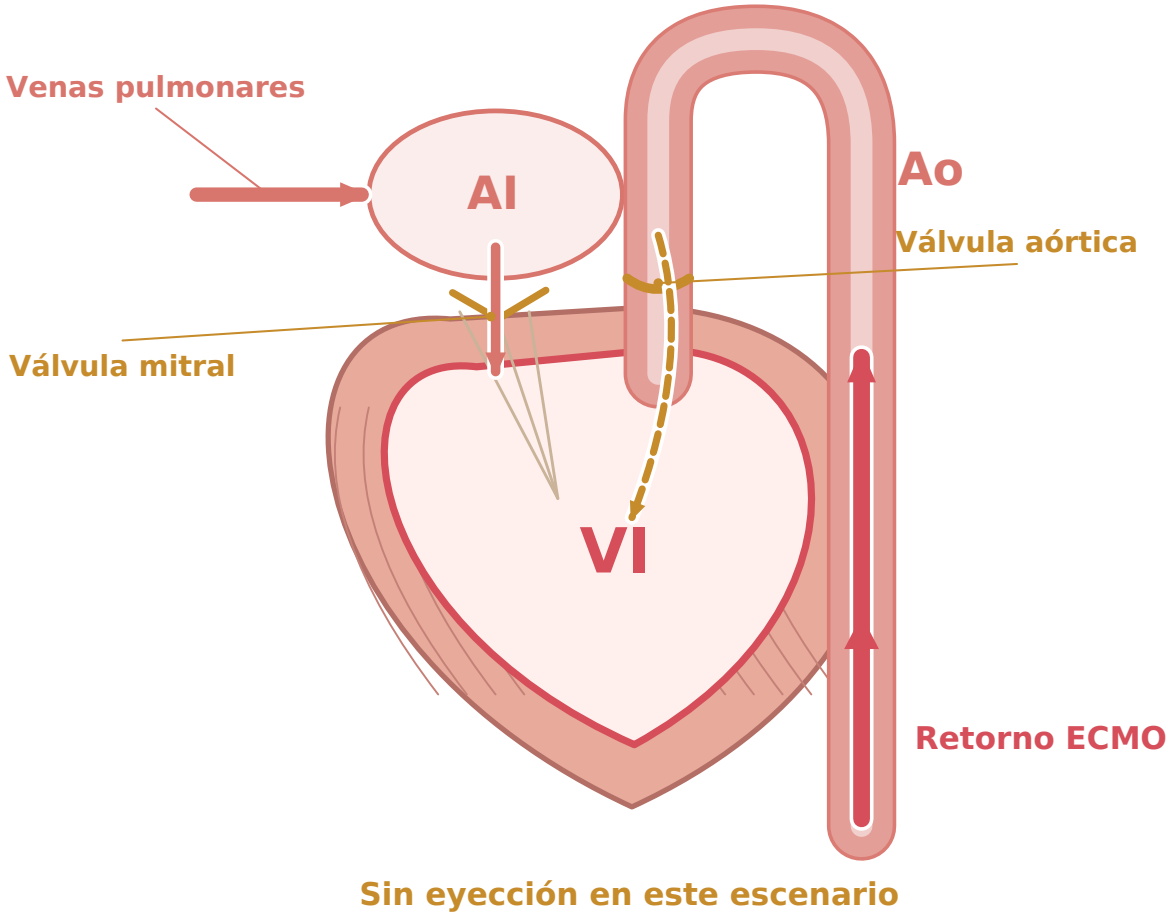
Fuentes: [01], [17]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 2 / BALANCE DE LLENADO Y VACIAMIENTO

El VI sigue recibiendo sangre

L01

La V-A extrae sangre venosa, pero no elimina todo el llenado izquierdo. Si el vaciamiento no lo compensa, puede aparecer distensión.



ENTRADA PERSISTENTE

Flujo transpulmonar residual y retorno de circulaciones bronquial y tebesiana siguen aportando sangre.

SALIDA LIMITADA

La capacidad de eyectar depende de contractilidad y carga aórtica. Una válvula aórtica insuficiente puede añadir llenado retrógrado.

BALANCE

La acumulación depende de lo que entra y lo que logra salir, junto con las propiedades del VI. No todos los pacientes se distienden igual.

IDEA CLAVE La ECMO V-A no constituye por sí misma una vía directa de vaciamiento del VI.

Fuentes: [01], [12], [18]. Bibliografía al final.

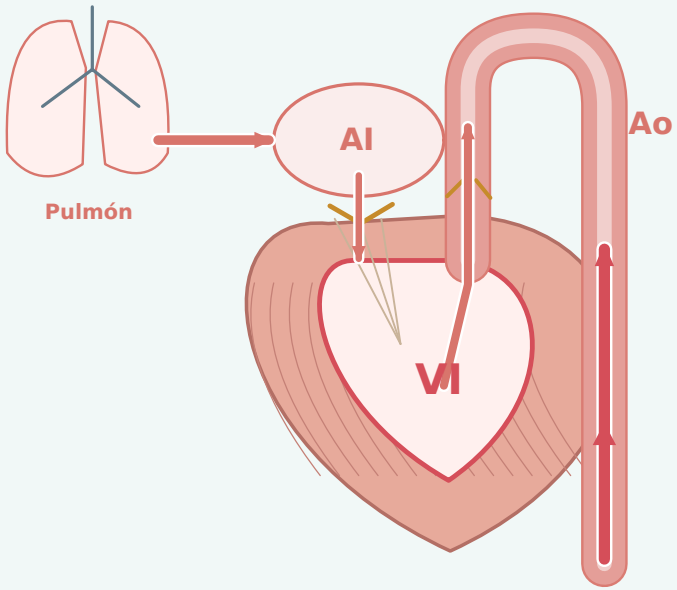
PROBLEMA 2 / SECUENCIA FISIOPATOLÓGICA

Distensión: del VI al pulmón

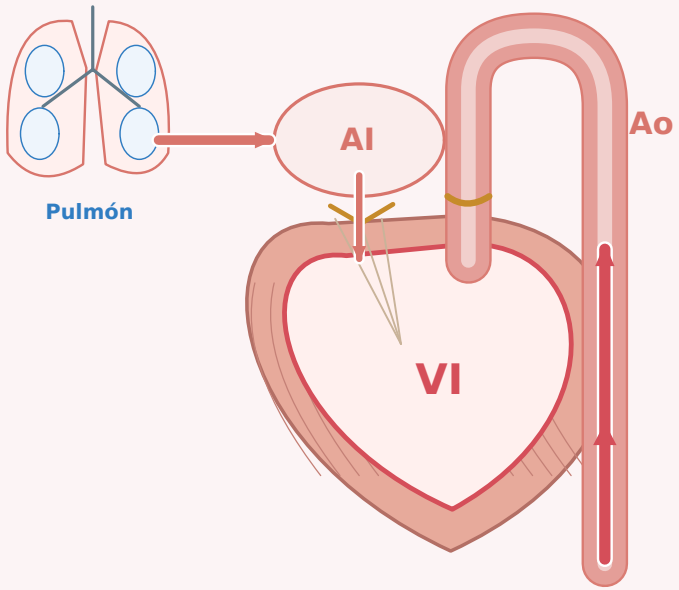
L02

Un escenario posible de vaciamiento insuficiente. La presión arterial sistémica puede mantenerse mientras aumenta la congestión izquierda.

A / Llenado y vaciamiento compatibles



B / Llenado con vaciamiento insuficiente



VI

Puede aumentar su volumen y presión de llenado.

AI / pulmón

La presión retrógrada puede favorecer edema.

Cavidad / raíz

La estasis favorece trombosis si no existe lavado adecuado.

IDEA CLAVE Distensión, presión elevada y edema se relacionan, pero no son sinónimos.

Fuentes: [01], [18]. Bibliografía al final.

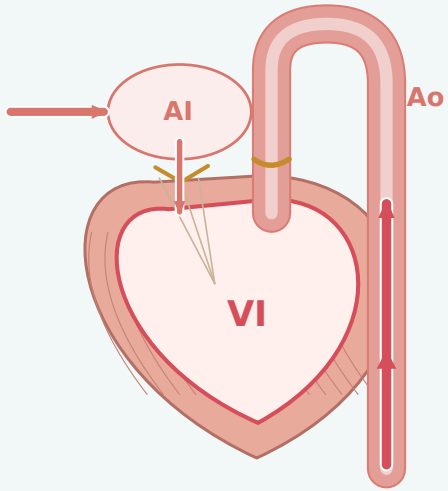
PROBLEMA 2 / COMPROBACIÓN MULTIMODAL

Cómo reconocer el problema izquierdo

L03

El tamaño ventricular aislado no establece la carga ni su causa. La evaluación combina cambios en el tiempo y hallazgos concordantes.

ECOCARDIOGRAFÍA



Apertura aórtica, dimensiones, vaciamiento, contraste espontáneo, trombos y regurgitación.

PRESIONES Y CURVA ARTERIAL

Pulsatilidad y su evolución; presión de llenado cuando se dispone de una medición válida. Una PAM adecuada no excluye sobrecarga izquierda.

PULMÓN Y CONTEXTO

Edema y cambios respiratorios, función ventricular previa, válvulas, estado de volumen y otras causas de opacidades pulmonares. Integrar antes de atribuir todo a la ECMO.

IDEA CLAVE Los hallazgos orientan la evaluación del equipo; no activan un ajuste automático.

Fuentes: [01], [18]. Bibliografía al final.

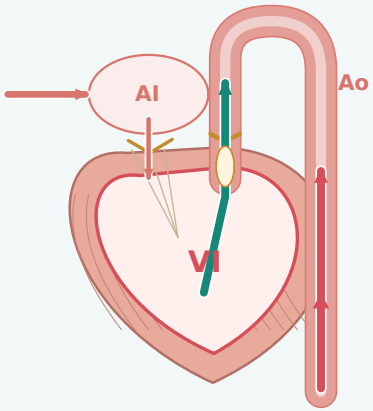
PROBLEMA 2 / DÓNDE SE EXTRAE LA SANGRE

Descarga: distintas rutas, distintos efectos

L04

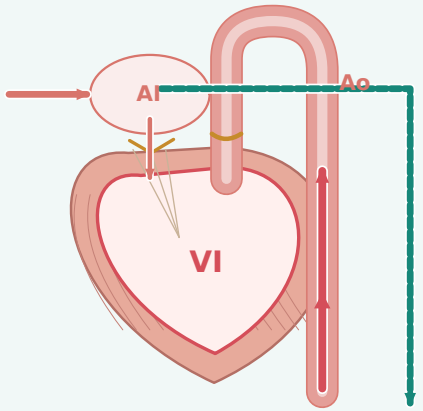
Los esquemas comparan el territorio drenado. La respuesta y los riesgos dependen de la técnica y del paciente.

Microaxial / VI → Ao



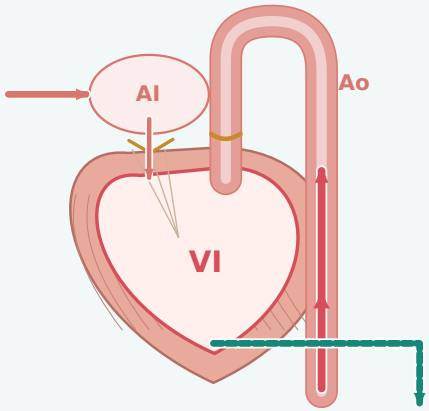
Vaciamiento ventricular activo hacia la aorta.

Drenaje de AI → circuito



Reduce aporte al VI y presión auricular según la configuración.

Drenaje de VI → circuito



Extrae sangre directamente del ventrículo.

IDEA CLAVE Una ruta de descarga se elige por el objetivo fisiológico y el balance entre beneficio y riesgo.

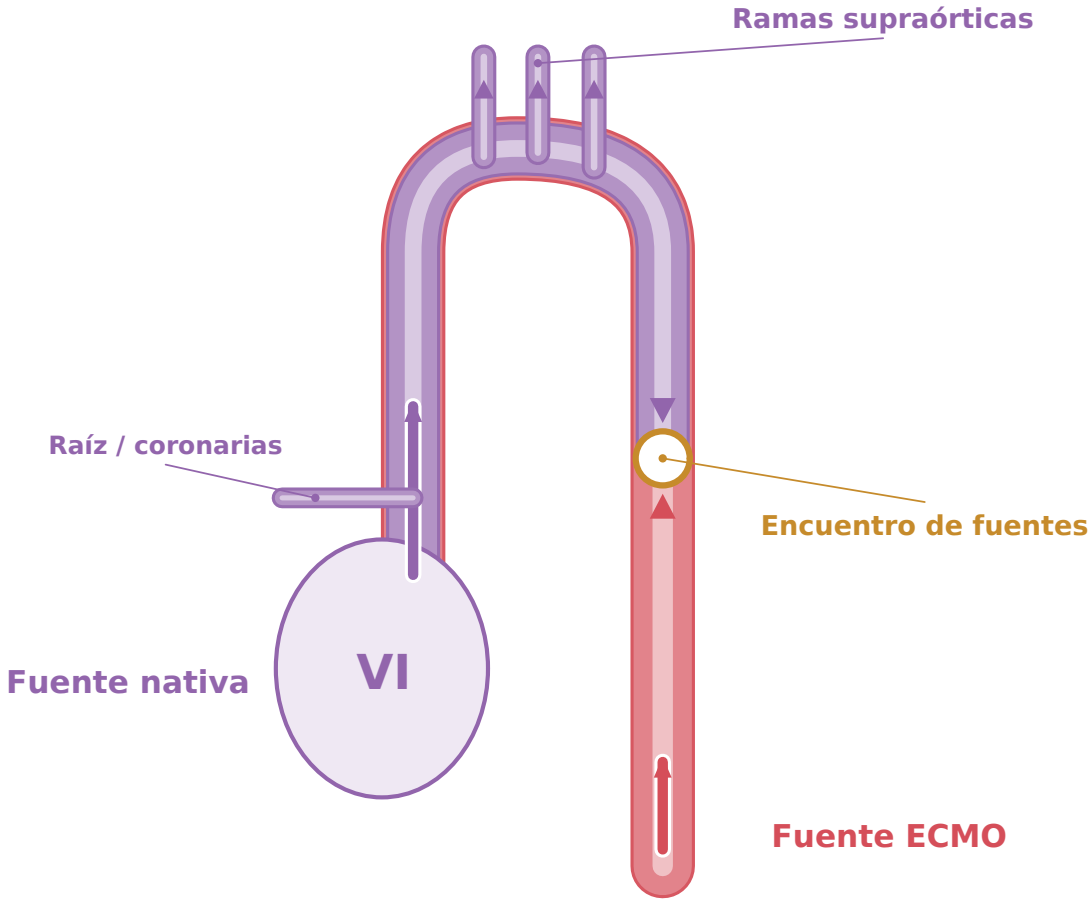
Fuentes: [06], [07], [10], [18]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 3 / DOS FUENTES DE SANGRE

Oxigenación diferencial: el llamado Arlequín

H01

Si el pulmón nativo intercambia mal y el VI eyecta, puede entregar sangre hipoxémica a territorios proximales mientras la membrana oxigena otra región.



Posición ilustrativa, dinámica y sin escala

FUENTE NATIVA

El VI expulsa la sangre que recibe del pulmón nativo. Recuperar eyección no garantiza recuperar intercambio.

FUENTE EXTRACORPÓREA

La sangre posmembrana entra por la arteria femoral y avanza retrógradamente hasta encontrar el aporte nativo.

TÉRMINO PRECISO

El atlas usa oxigenación diferencial; cuando existe hipoxemia se indica el territorio. Arlequín es una denominación histórica.

IDEA CLAVE Una gasometría posmembrana adecuada no demuestra oxigenación adecuada en todos los territorios.

Fuentes: [01], [02], [19]. Bibliografía al final.

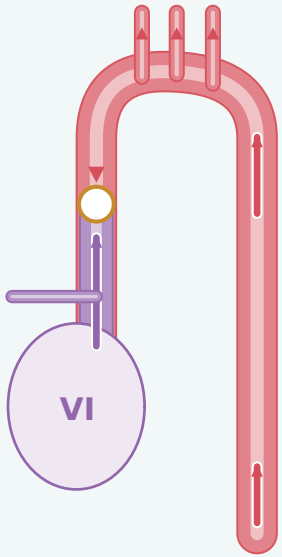
PROBLEMA 3 / ENCUENTRO DINÁMICO

Más eyección puede cambiar el territorio expuesto

H02

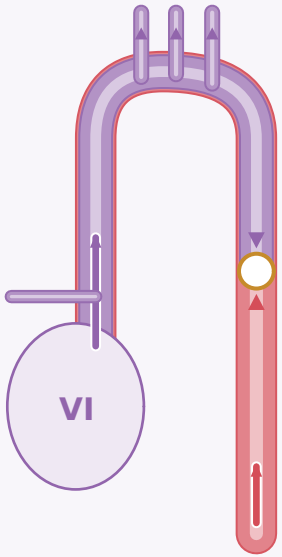
Comparación conceptual con intercambio pulmonar nativo deficiente. La frontera dibujada no predice la anatomía real de la mezcla.

A / Mayor predominio ECMO



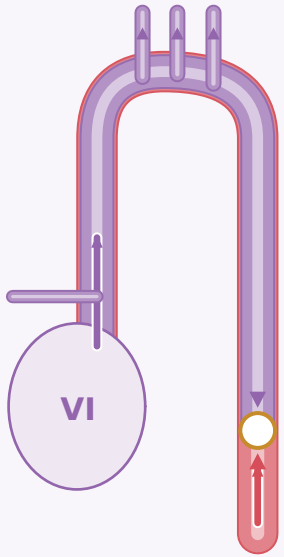
El aporte extracorpóreo alcanza más territorio proximal.

B / Contribuciones intermedias



Parte proximal recibe principalmente la fuente nativa.

C / Más aporte nativo relativo



La fuente nativa puede extenderse hacia regiones más distales.

IDEA CLAVE El encuentro depende de ambos aportes, sus presiones y el sitio de retorno.

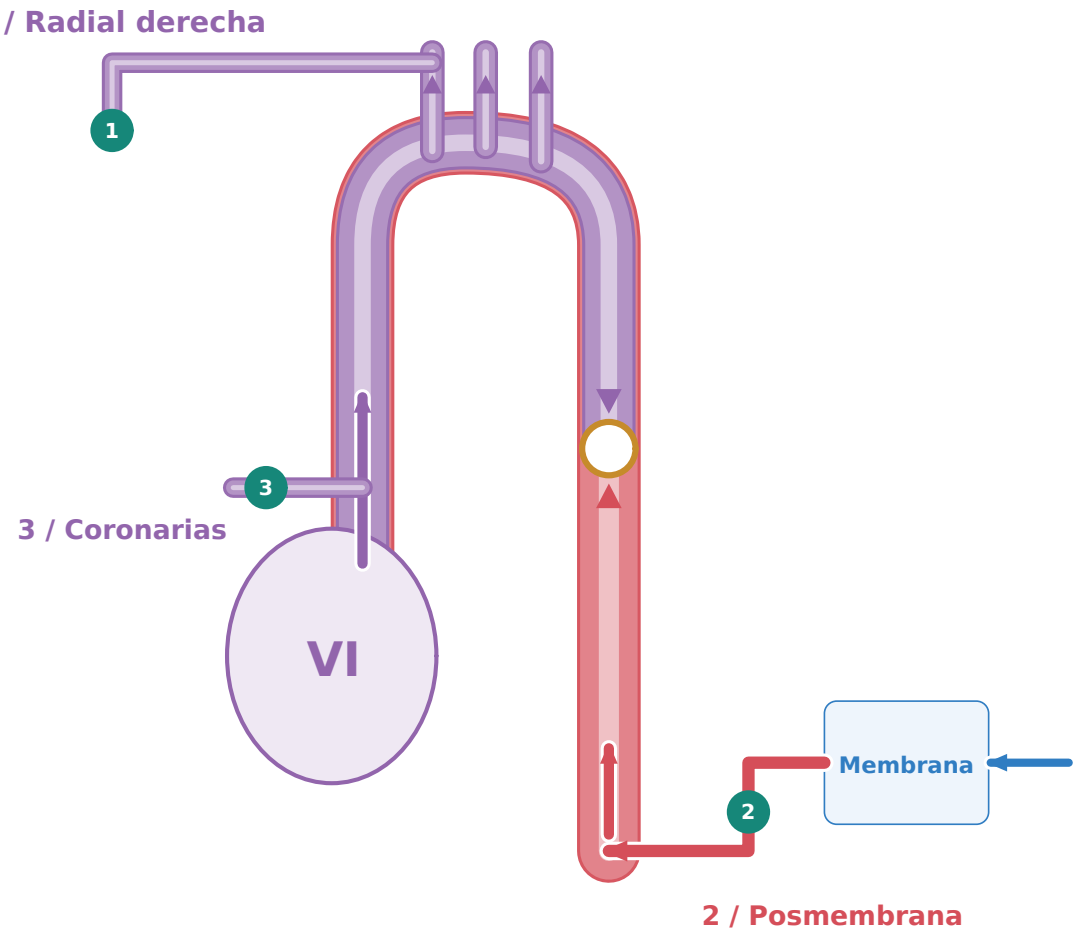
Fuentes: [02], [19]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 3 / QUÉ INFORMA CADA MEDICIÓN

Muestrear cada fuente y cada territorio

H03

La localización de la muestra determina qué información entrega. El esquema corresponde a retorno arterial femoral.



RADIAL DERECHA

Ayuda a reconocer hipoxemia del miembro superior derecho. Se interpreta con el retorno femoral y el resto de la monitorización.

POSMEMBRANA

Evalúa la sangre que sale de la membrana. No equivale a una muestra de la aorta proximal ni del cerebro.

LÍMITE DE LA INFERENCIA

La radial derecha no demuestra por sí sola la oxigenación coronaria. Las zonas cambian con la evolución y la configuración.

IDEA CLAVE Relaciona muestras, imagen y perfusión regional antes de atribuir la hipoxemia a una sola causa.

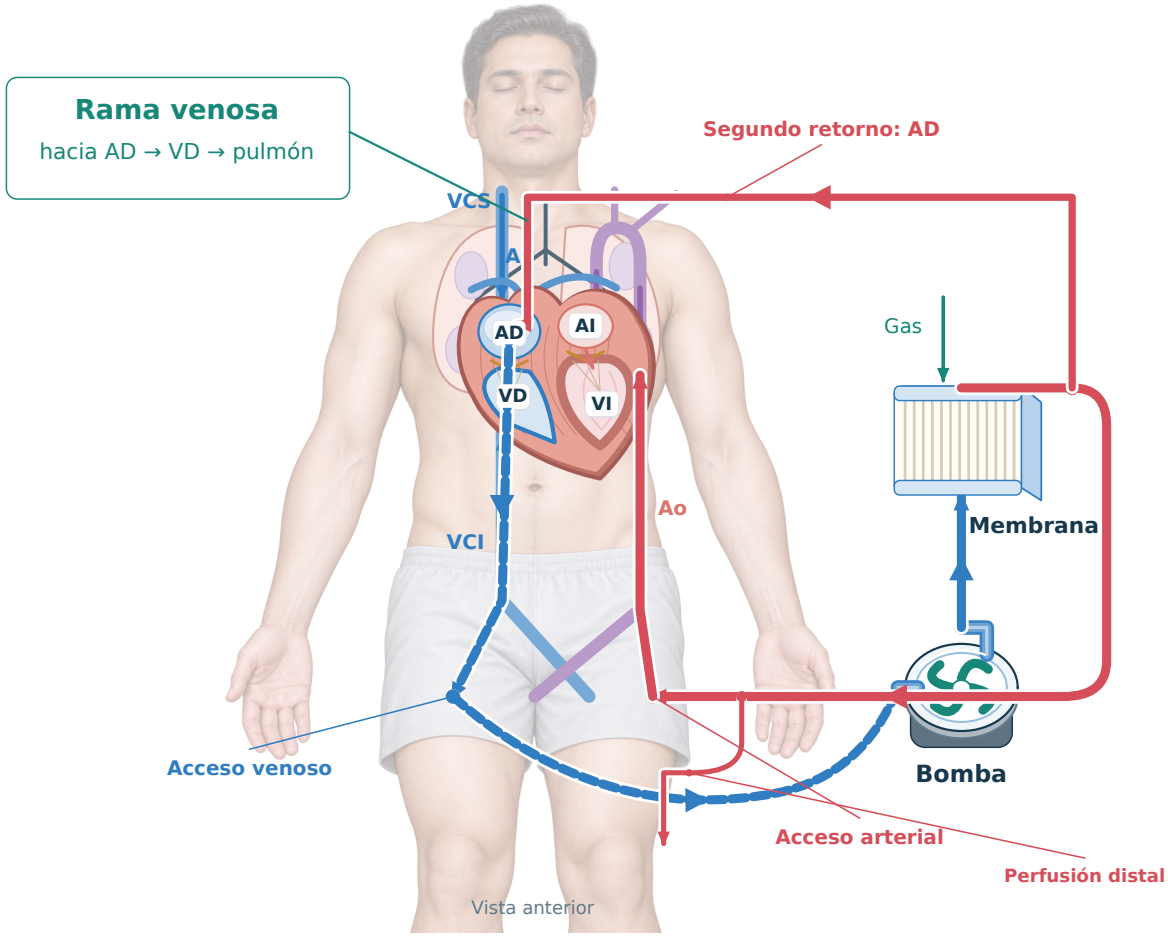
Fuentes: [01], [02], [19]. Bibliografía al final.

PROBLEMA 3 / CONFIGURACIÓN V-AV

Cambiar la ruta cambia qué sangre llega al VI

H04

Añadir retorno venoso posmembrana puede mejorar el contenido de oxígeno del aporte pulmonar y de la sangre que el VI eyecta.



QUÉ APORTA

La rama venosa devuelve parte de la sangre oxigenada al lado derecho; la rama arterial conserva apoyo circulatorio.

QUÉ LO DETERMINA

Reparto de flujos, recirculación, posición y función cardiopulmonar. Las dos ramas no reciben automáticamente el mismo caudal.

QUÉ COMPROBAR

Flujo de cada rama, intercambio regional y tolerancia hemodinámica. La microaxial descarga, pero no añade una membrana que oxigene su sangre.

IDEA CLAVE La reconfiguración responde a un mecanismo confirmado y exige comprobar la nueva distribución.

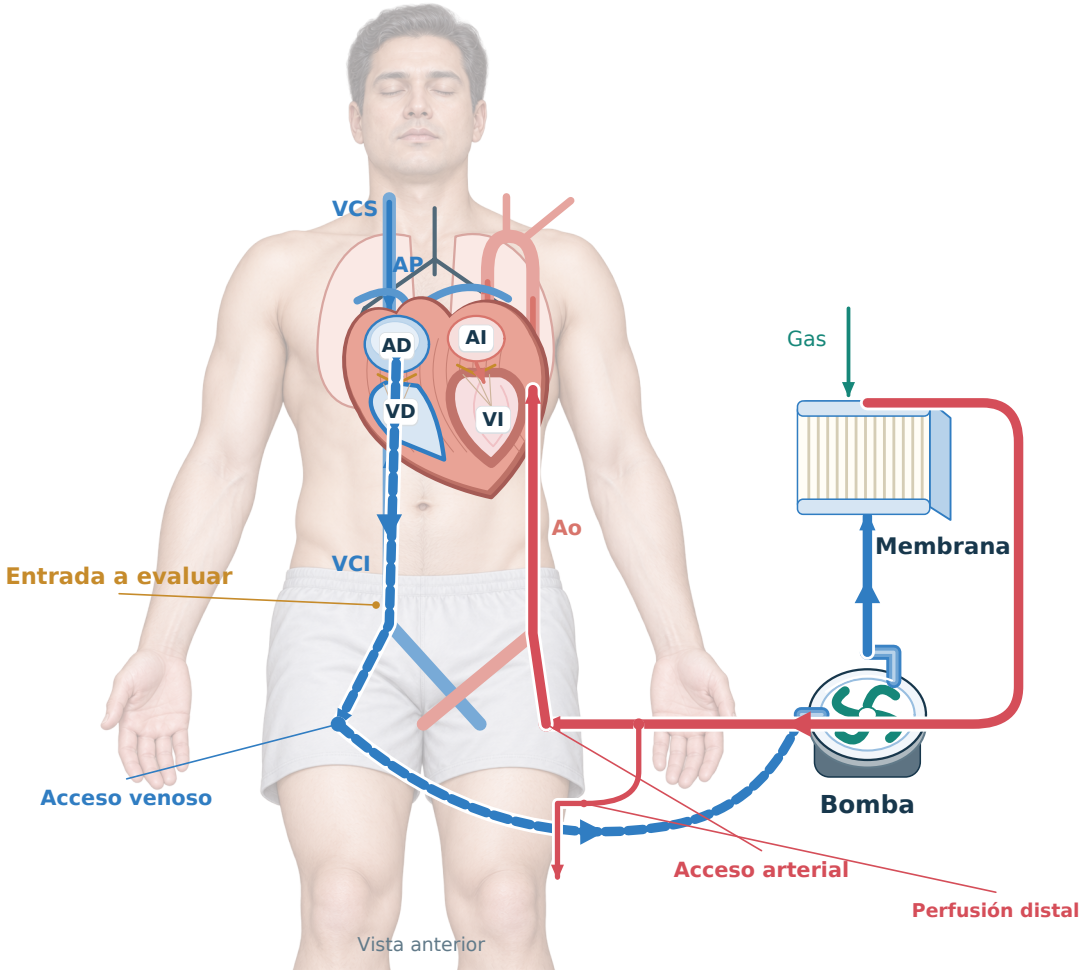
Fuentes: [01], [02], [03], [06]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

El flujo oscila y la línea de drenaje vibra

K01

Durante V-A femoral, el caudal se vuelve intermitente. Aumentar RPM no produce un aumento estable del flujo.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Aporte venoso insuficiente, posición u obstrucción de la cánula, colapso por succión, presión intratorácica elevada o compresión cardíaca.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Relacionar flujo y presión de entrada con respiración y posición. Evaluar cavidades, trayecto de drenaje, congestión y causas de menor retorno.

CÓMO RAZONAR

El hallazgo localiza una limitación posible de entrada; todavía no determina su causa ni demuestra que el paciente necesite volumen.

IDEA CLAVE No convertir todo problema de drenaje en un diagnóstico de hipovolemia.

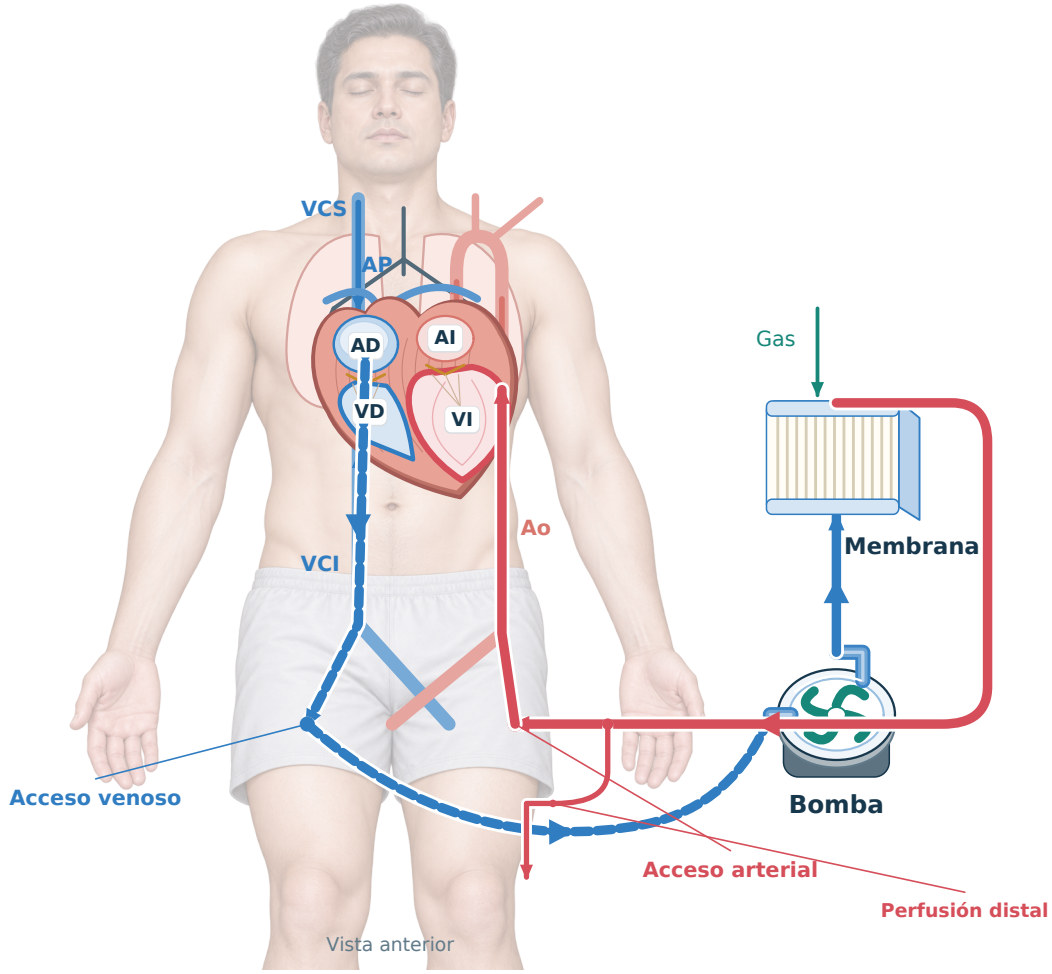
Fuentes: [01], [04], [07]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

La presión mejora, pero el pulmón se congestiona

K02

En V-A, aumenta la congestión pulmonar y el VI parece mayor. La presión arterial se mantiene.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Llenado izquierdo persistente con vaciamiento insuficiente, mayor carga aórtica, alteraciones valvulares u otra causa de presión izquierda elevada.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Tamaño y función del VI, apertura aórtica, estasis, imagen pulmonar y presiones disponibles, interpretados según la configuración.

CÓMO RAZONAR

La perfusión sistémica y el balance izquierdo deben evaluarse por separado. Una estrategia se valora por el mecanismo que logra corregir.

IDEA CLAVE La presión arterial no es un sustituto de la evaluación del vaciamiento izquierdo.

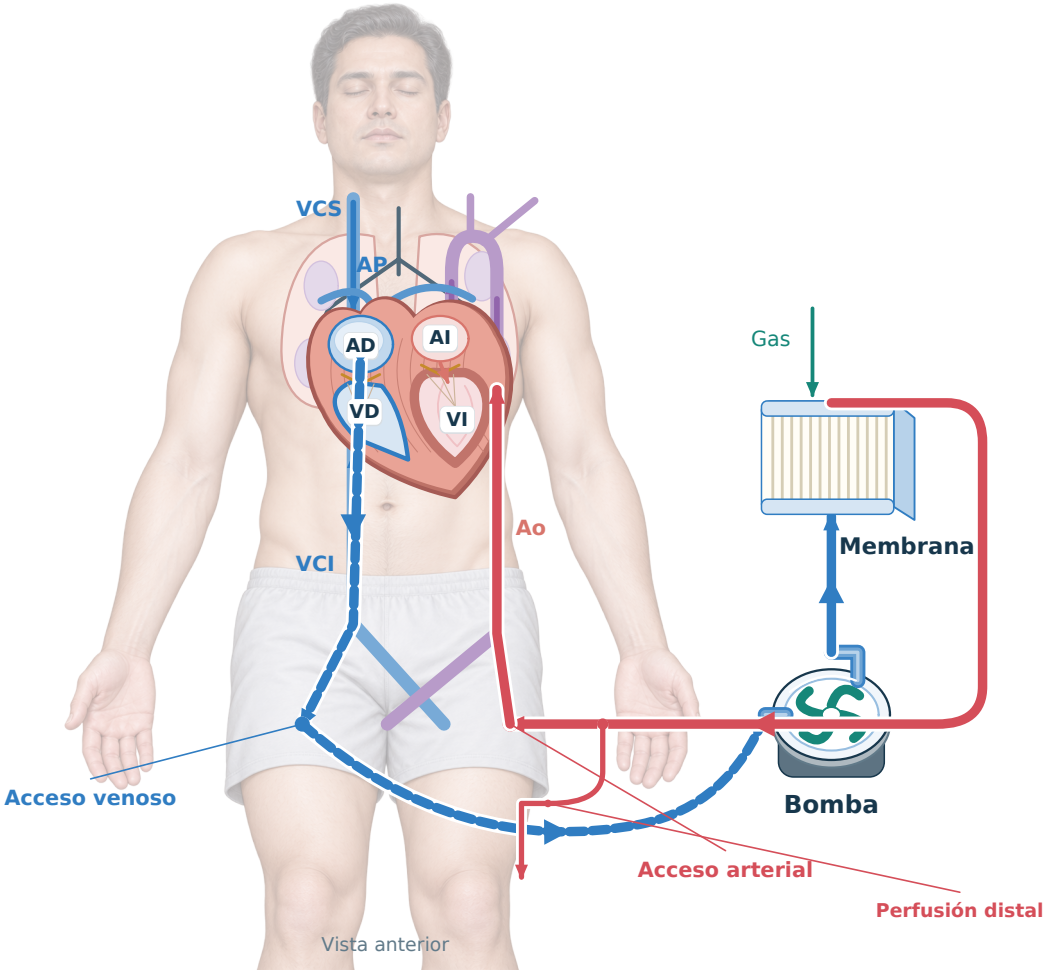
Fuentes: [01], [12]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

El gas radial difiere del posmembrana

K03

En V-A femoral, el corazón eyecta más, el pulmón nativo sigue alterado y el gas radial derecho es peor que el posmembrana.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Distribución de dos fuentes de sangre con intercambio distinto. El territorio proximal puede reflejar más la fuente pulmonar nativa.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Sitio exacto de toma, gases de las fuentes, contribución nativa, configuración y vigilancia regional. Excluir problemas de medición.

CÓMO RAZONAR

El oxigenador puede funcionar y coexistir con oxigenación regional insuficiente. El análisis empieza por identificar qué sangre se está midiendo.

IDEA CLAVE Una muestra no describe toda la aorta ni demuestra la oxigenación coronaria.

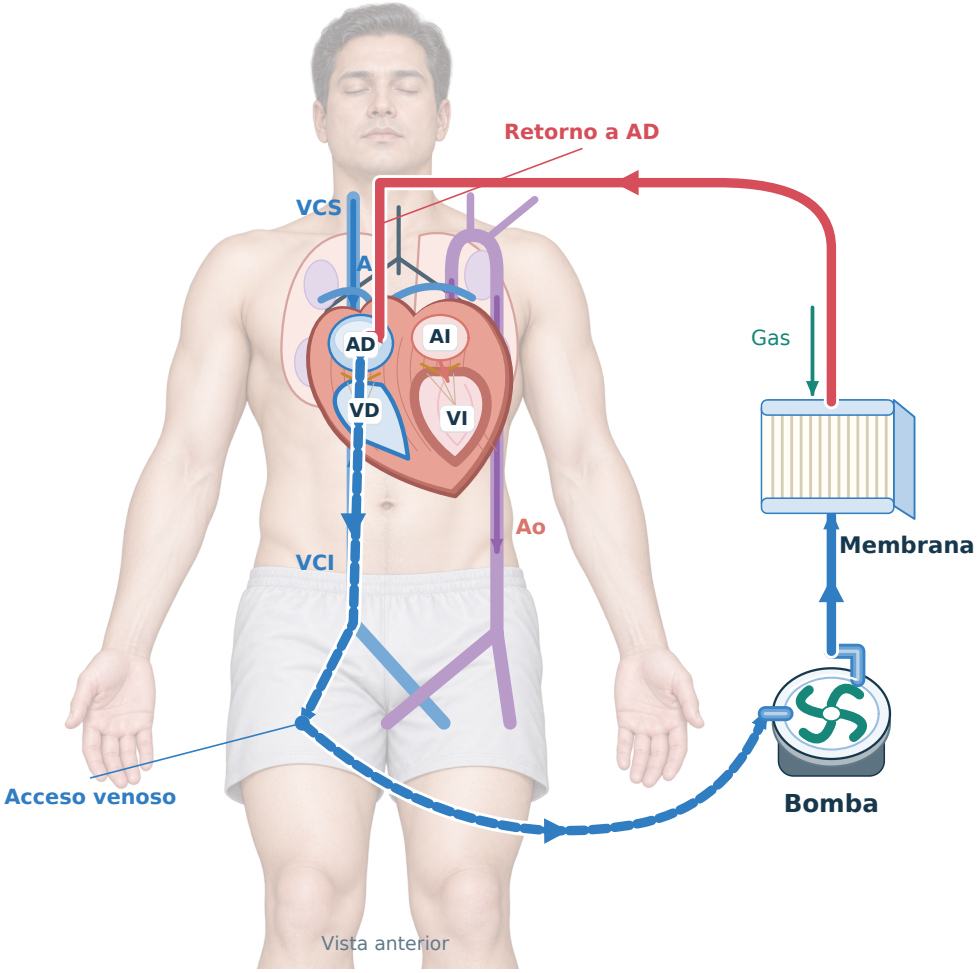
Fuentes: [02]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

Posmembrana adecuado y saturación sistémica baja

K04

En ECMO V-V, el gas posmembrana es adecuado, pero la oxigenación sistémica sigue siendo insuficiente.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Flujo extracorpóreo útil insuficiente frente al gasto cardíaco, recirculación, consumo elevado, anemia o contribución pulmonar muy limitada.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Posición y orientación de cánulas, gases pre y posmembrana, hemoglobina, demanda metabólica y relación entre flujo ECMO y circulación nativa.

CÓMO RAZONAR

La sangre que sale de la membrana vuelve al lado venoso. Su composición y cantidad útil deben relacionarse con la mezcla y la demanda del paciente.

IDEA CLAVE Flujo mostrado en consola y flujo útil para el paciente pueden diferir.

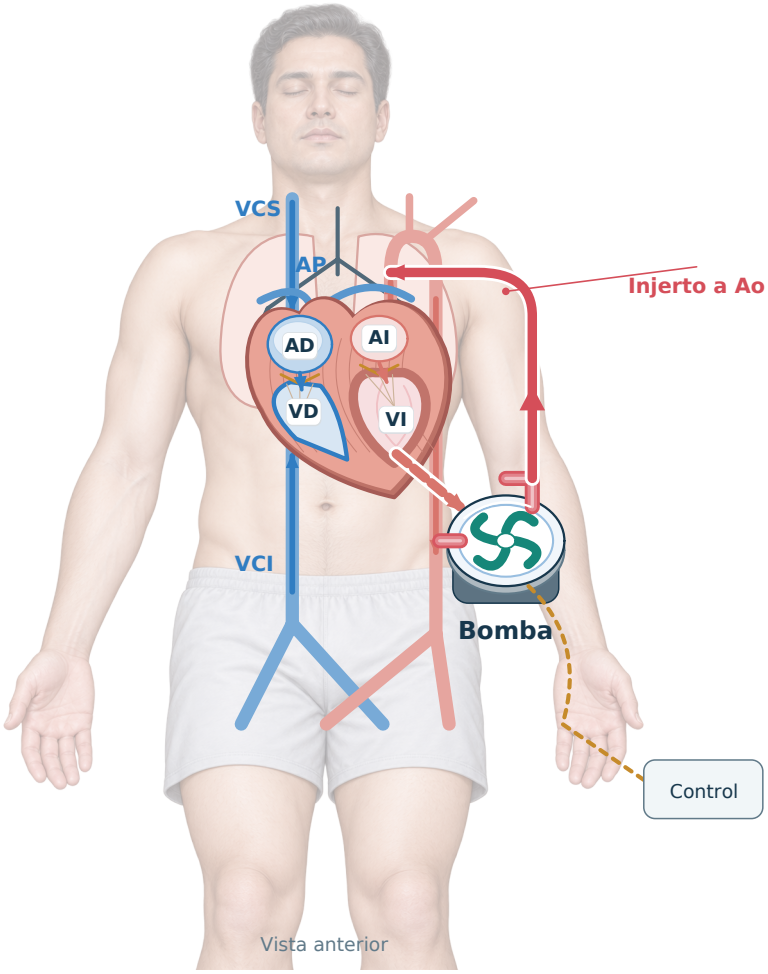
Fuentes: [04]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

Bajo flujo del LVAD con congestión venosa

K05

Un paciente con LVAD presenta flujo estimado menor, congestión venosa y un VI poco lleno.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Limitación del aporte derecho, cambios de llenado, obstrucción de entrada o salida, presión arterial elevada u otras causas concomitantes.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Función y tamaño del VD, septo, llenado del VI, presión arterial, válvulas y trayecto de la asistencia. Comparar con el patrón previo.

CÓMO RAZONAR

El bajo flujo no obliga a que el defecto esté en la bomba izquierda. La relación en serie permite que un problema derecho se exprese allí.

IDEA CLAVE Antes de pedir más flujo, identifica si la bomba dispone de entrada y de salida.

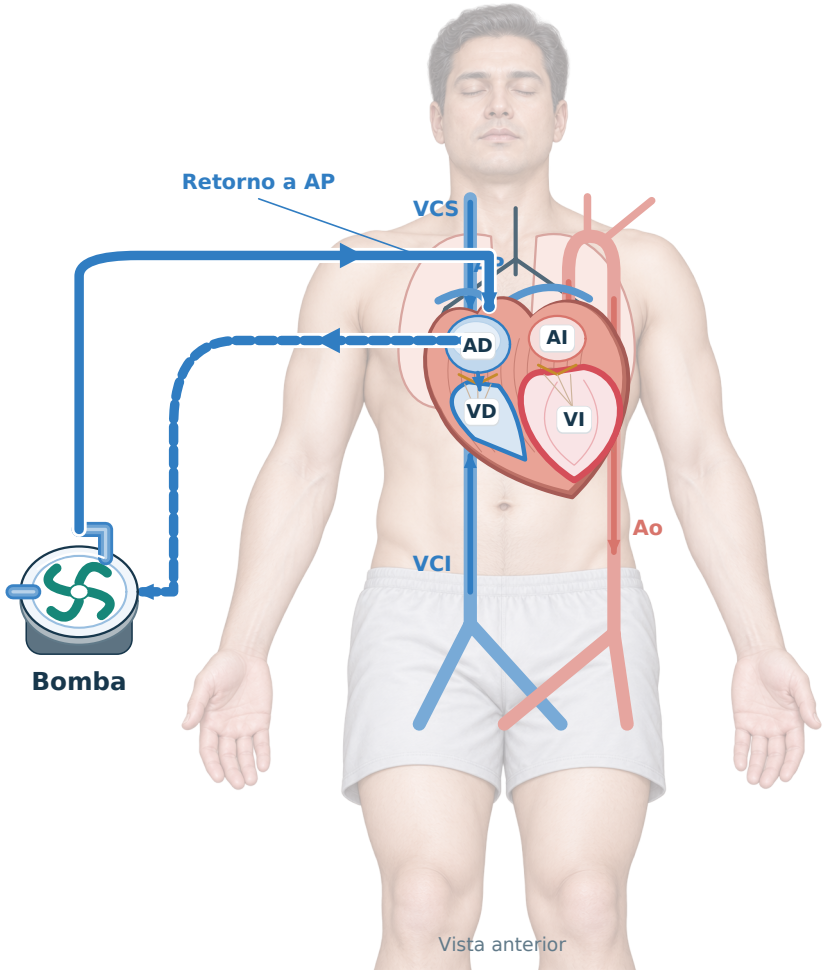
Fuentes: [08], [12]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

El RVAD sostiene flujo y aparece edema pulmonar

K06

Tras apoyo AD-AP, mejora el aporte al pulmón, pero aumenta la congestión izquierda.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

El VI no tolera el aporte recibido; considerar función, distensibilidad y válvulas, además de otras causas de lesión o congestión pulmonar.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Llenado y vaciamiento izquierdos, función del VI, presiones disponibles, carga arterial y relación temporal con los cambios de soporte.

CÓMO RAZONAR

Puenteando el VD se modifica la cantidad de sangre que alcanza el lado izquierdo. La tolerancia del VI forma parte de la evaluación del apoyo derecho.

IDEA CLAVE La misma mejoría del aporte puede revelar una limitación situada después de la bomba.

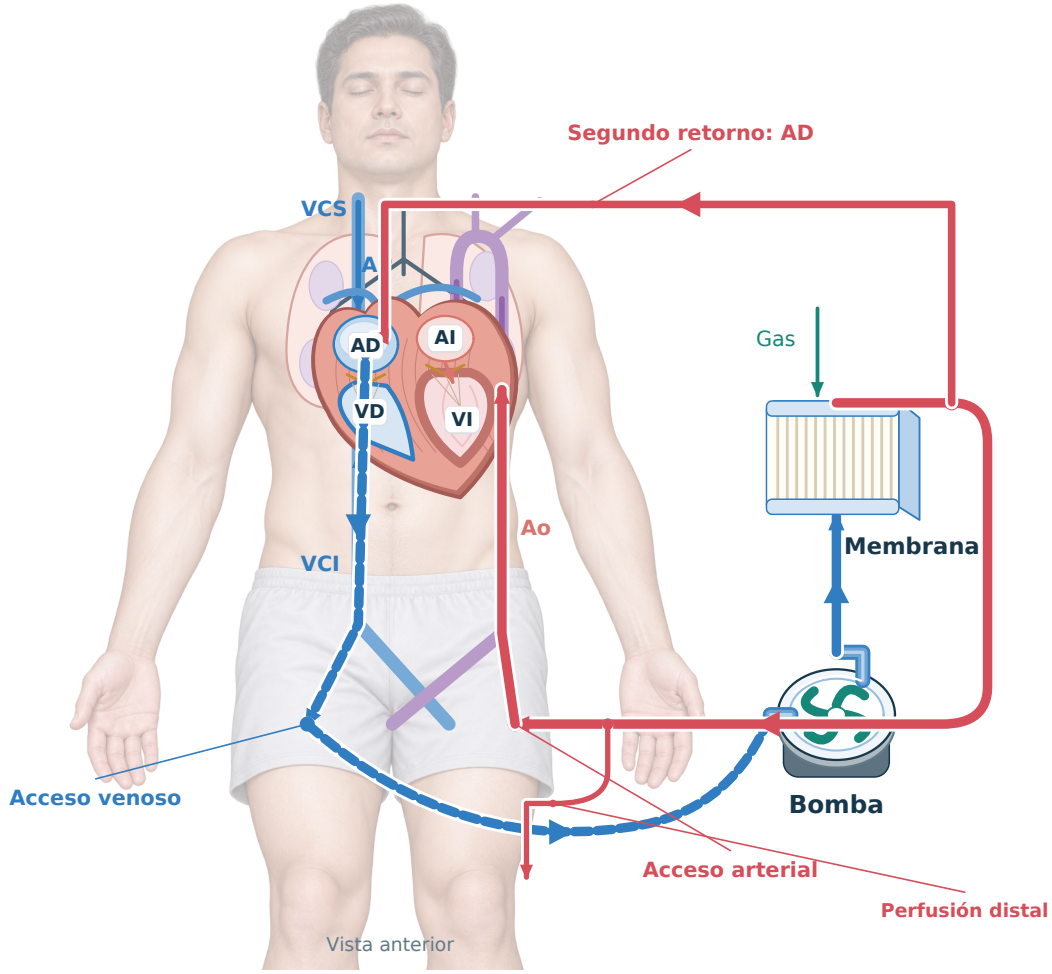
Fuentes: [07], [12]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

Se añade retorno venoso y cae el aporte arterial

K07

Al pasar de V-A a V-AV, el flujo se redistribuye entre las ramas; el componente arterial disminuye pese a un total parecido.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Diferencias de resistencia y presión de retorno entre las ramas. El total no informa cómo se reparte la sangre.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Flujo medido en cada rama, perfusión sistémica, gases regionales, recirculación y respuesta del llenado izquierdo.

CÓMO RAZONAR

Una rama puede recibir más sin que aumente el flujo total. El efecto se interpreta por el destino de la sangre y por la necesidad que persiste.

IDEA CLAVE Dos retornos requieren conocer dos aportes, además del caudal total.

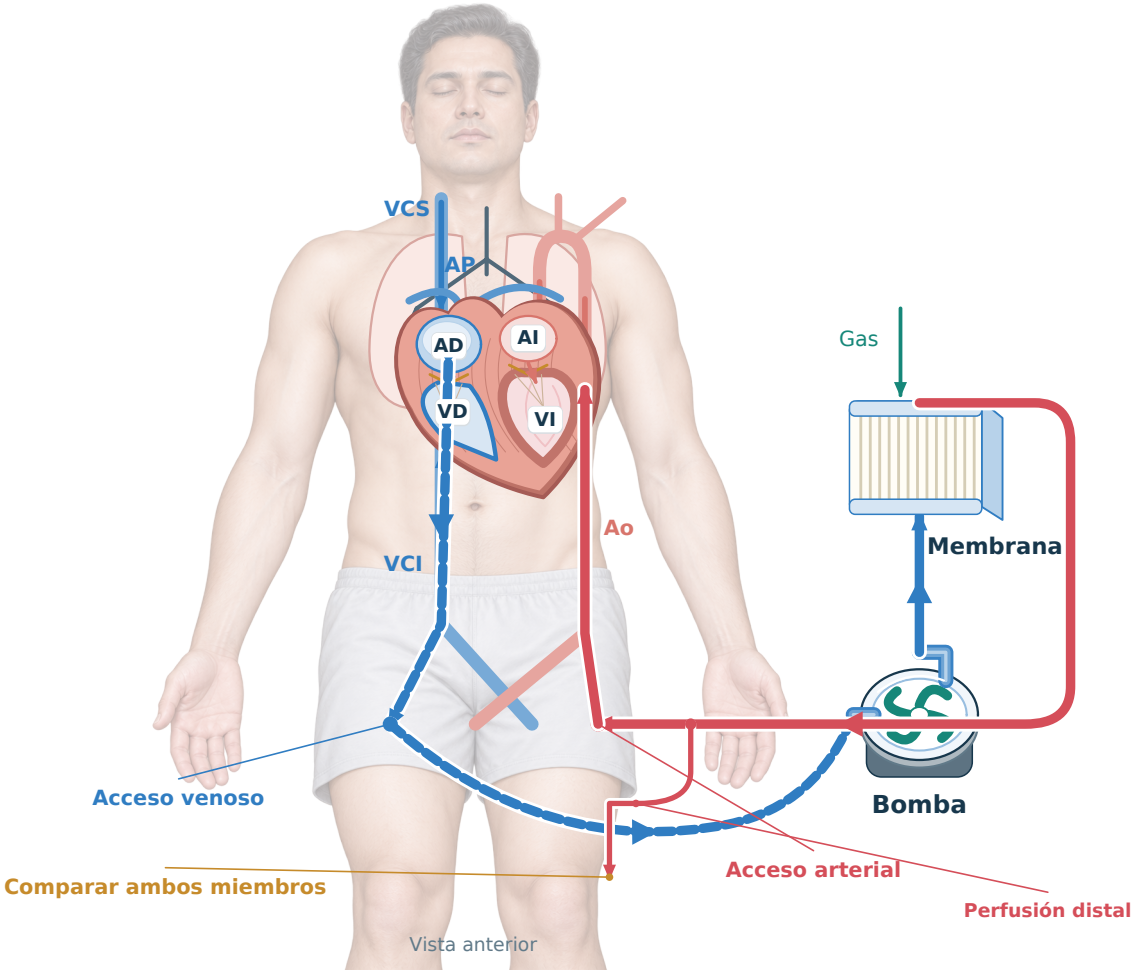
Fuentes: [01], [02], [03]. Bibliografía al final.

CASOS ILUSTRADOS / ESCENARIOS FICTICIOS

Una pierna pierde perfusión y el lactato no cambia

K08

En V-A femoral, el miembro canulado se enfría y la evaluación regional se altera, mientras el lactato sistémico permanece estable.



MECANISMOS QUE CONSIDERAR

Limitación arterial por cánula, trombosis, vasoconstricción o problema en la reperfusión distal. Los mecanismos pueden coexistir.

DATOS QUE AYUDAN A DISTINGUIRLOS

Comparación entre miembros, examen vascular, Doppler y vigilancia regional disponible; comprobar el circuito de reperfusión distal.

CÓMO RAZONAR

La lesión regional puede no modificar de inmediato una variable sistémica. El hallazgo exige evaluación clínica oportuna por el equipo.

IDEA CLAVE Una variable sistémica conservada no excluye hipoperfusión de un territorio.

Fuentes: [01]. Bibliografía al final.

SÍNTESIS PARA EL ALUMNO

Cinco relaciones que conviene recordar

Conecta el nombre del dispositivo con el segmento de circulación que modifica.

CONFIGURACIÓN	QUÉ APORTA	RELACIÓN QUE PERSISTE
V-V	Intercambio extracorpóreo	El corazón conserva la tarea de sostener el flujo sistémico.
V-A	Retorno arterial desde el circuito	La descarga del VI y la distribución regional requieren evaluación propia.
RVAD / V-P	Retorno a arteria pulmonar	El pulmón vascular y el VI siguen formando parte de la ruta.
LVAD / microaxial	Ruta adicional de vaciamiento izquierdo	El aporte derecho y pulmonar puede limitar la entrada.
BiVAD	Apoyo de ambos lados	Los circuitos comparten una circulación y necesitan balance.

Para interpretar cualquier asistencia: identifica la entrada, sigue la salida, reconoce qué circulación permanece en serie y comprueba la respuesta con el paciente.

IDEA CLAVE Una explicación fisiológica plausible orienta el razonamiento; no demuestra beneficio clínico universal.

Fuentes: [01], [07], [08], [12]. Bibliografía al final.

DOCUMENTACIÓN Y TRAZABILIDAD

Referencias / 1 de 4

Fuentes primarias y documentación oficial. Las vistas y los esquemas de esta edición son originales.

[01] **Lorusso R, et al.** ELSO Interim Guidelines for Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adult Cardiac Patients. ASAIO J. 2021;67:827-844.
Consultar fuente

[02] **Badulak J, et al.** Position paper on the physiology and nomenclature of dual circulation during venoarterial ECMO in adults. Intensive Care Med. 2024;50:1994-2004. Texto corregido en 2025.
Consultar fuente

[03] **Broman LM, et al.** The ELSO Maastricht Treaty for ECLS Nomenclature: abbreviations for cannulation configuration in extracorporeal life support. Crit Care. 2019;23:36.
Consultar fuente

[04] **Tonna JE, et al. / Gajkowski EF, et al.** Guías ELSO de ECMO V-V en adultos y de circuitos ECMO. ASAIO J. 2021;67:601-610 y 2022;68:133-152.
Consultar fuente

[05] **LivaNova.** ProtekDuo+ Dual Lumen Cannula. Información oficial del fabricante: configuración AD-AP y propósito del sistema. Versión consultada el 20 de octubre de 2026. Ver IFU local para el modelo utilizado.
Consultar fuente

Edición ampliada: octubre de 2026. Documentación técnica: consultar el modelo y la jurisdicción correspondientes.

DOCUMENTACIÓN Y TRAZABILIDAD

Referencias / 2 de 4

Fuentes primarias y documentación oficial. Las vistas y los esquemas de esta edición son originales.

[06] **Abiomed / FDA.** Impella Ventricular Support Systems. Instrucciones y referencia clínica del fabricante alojadas por FDA.
Documento técnico. Utilizado para el trayecto funcional VI-Ao, no para indicaciones vigentes.
Consultar fuente

[07] **Abbott Medical.** CentriMag Circulatory Support System. Instructions for Use.
Documento PL-0318_00. Conexiones de asistencia derecha, izquierda y biventricular.
Consultar fuente

[08] **Thoratec / Abbott.** HeartMate 3 Left Ventricular Assist System. Instructions for Use.
Documento 100175565_A, 2021. Secciones 1-19 y 2-3 a 2-4: principio de operación y configuración.
Consultar fuente

[09] **Getinge.** IAB insertion / CS300 operation. Quick Reference Guide.
Recurso técnico del fabricante. Fisiología de contrapulsación; consultar la guía específica de la consola.
Consultar fuente

[10] **Kim MC, et al.** Early Left Ventricular Unloading or Conventional Approach After Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation: EARLY-UNLOAD.
Circulation. 2023. Ensayo de descarga auricular transseptal; no demuestra equivalencia entre todas las técnicas.
Consultar fuente

Edición ampliada: octubre de 2026. Documentación técnica: consultar el modelo y la jurisdicción correspondientes.

DOCUMENTACIÓN Y TRAZABILIDAD

Referencias / 3 de 4

Fuentes primarias y documentación oficial. Las vistas y los esquemas de esta edición son originales.

[11] **Thiele H, et al.** Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock.
N Engl J Med. 2023;389:1286-1297. ECLS-SHOCK.
Consultar fuente

[12] **Burkhoff D, Sayer G, Doshi D, Uriel N.** Hemodynamics of Mechanical Circulatory Support.
J Am Coll Cardiol. 2015;66:2663-2674. Marco conceptual; no se reproducen figuras.
Consultar fuente

[13] **Abbott.** CentriMag: arquitectura del cabezal centrífugo.
Referencia visual oficial del dispositivo.
Consultar fuente

[14] **Abbott.** HeartMate 3: arquitectura de la asistencia implantable.
Referencia visual oficial. Se representa un principio funcional, no un plano del implante.
Consultar fuente

[15] **Getinge.** HLS Set Advanced 5.0/7.0. Instructions for Use.
G-660, versión 3.3, edición estadounidense 06, 2025-01. Arquitectura de membrana, intercambio térmico y sensores; no se extrapolan indicaciones.
Consultar fuente

Edición ampliada: octubre de 2026. Documentación técnica: consultar el modelo y la jurisdicción correspondientes.

DOCUMENTACIÓN Y TRAZABILIDAD

Referencias / 4 de 4

Fuentes primarias y documentación oficial. Las vistas y los esquemas de esta edición son originales.

[16] **Medtronic.** Bio-Medicus NextGen: cánulas y componentes.
Documentación oficial. Referencia de conector, cuerpo reforzado y orificios; los modelos no son intercambiables.
Consultar fuente

[17] **Bonicolini E, et al.** Limb ischemia in peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation.
Crit Care. 2019;23:266. Mecanismos y evaluación de perfusión distal.
Consultar fuente

[18] **Ezad SM, et al.** Unloading the left ventricle in veno-arterial ECMO: in whom, when and how?
Circulation. 2023;147:1237-1250. Revisión de mecanismos y estrategias de descarga.
Consultar fuente

[19] **Badulak J, et al.** Correction: Position paper on the physiology and nomenclature of dual circulation.
Intensive Care Med. 2025;51:661-662. Se consultó el texto actualizado; ninguna figura se reproduce.
Consultar fuente

Trazabilidad visual. Los fabricantes se consultaron para reconocer forma y función; no se reproducen fotografías ni planos. Las vistas exteriores realistas son ilustraciones orientativas. Las conexiones, los cortes funcionales y sus rótulos se trazaron de forma controlada.

Edición ampliada: octubre de 2026. Documentación técnica: consultar el modelo y la jurisdicción correspondientes.

CRÉDITOS Y ALCANCE EDITORIAL

Realismo para reconocer; esquema para comprender

Material complementario de Lo esencial del Soporte Circulatorio Mecánico.

DIRECCIÓN EDITORIAL

Renzo P. García Márquez. HFadvanced Editorial. Octubre de 2026.

ILUSTRACIÓN Y REDACCIÓN

Producción original con apoyo de ChatGPT. Vistas anatómicas y exteriores realistas combinadas con esquemas funcionales rotulados.

REVISIÓN DE PUBLICACIÓN

Versión preparada para revisión científica y editorial del autor, incluida la correspondencia entre ilustración, texto y manual del dispositivo.

Cómo interpretar el detalle

Las vistas exteriores enseñan apariencia y materiales. Los cortes y las rutas enseñan relaciones funcionales; no son planos técnicos.

Se separan vasos y conexiones para hacer visibles entradas y salidas. El dibujo no conserva escala, profundidad ni distancias de implantación.

El color identifica rutas o fuentes de intercambio; no equivale a una saturación. Las comparaciones describen escenarios posibles, no una evolución obligatoria.

Los casos son ficticios. El material desarrolla conceptos para médicos y no establece un protocolo de canulación ni ajustes automáticos.

IDEA CLAVE Cada lámina debe leerse con su título, sus flechas, sus determinantes y sus límites.

ÍNDICE DE CONSULTA

Láminas y páginas

N01	El corazón: cavidades, válvulas y rutas	4
M01	Las piezas de un circuito ECMO	5
M02	Cánulas: del conector a la punta	6
M03	Bomba centrífuga: cuatro estructuras	7
M04	Oxigenador: sangre y gas separados	8
M05	Cuatro recorridos que no se confunden	9
M06	Microaxial: entrada en VI, salida en Ao	10
M07	LVAD implantable: sangre y energía	11
M08	BCIA: un balón, dos momentos	12
M09	Doble lumen: dos canales, dos funciones	13
V01	Un corazón, distintas asistencias / I	14
V02	Un corazón, distintas asistencias / II	15
C01	La circulación antes del soporte	16
C02	ECMO V-V con dos cánulas	17
C03	V-V con cánula de doble lumen	18
C04	V-A con retorno femoral	19
C05	V-A con retorno axilar	20
C06	V-A central	21
C07	V-AV: dos retornos	22
C08	VV-A: dos drenajes	23
C09	RVAD: de AD a arteria pulmonar	24
C10	V-P con membrana: oxyRVAD	25
C11	LVAD extracorpóreo	26
C12	Bomba microaxial del VI	27
C13	HeartMate 3: serie y paralelo	28
C14	Asistencia biventricular	29
C15	Balón de contrapulsación	30
C16	V-A más descarga microaxial	31
C17	V-A y drenaje de descarga	32
F01	Dos fuentes, territorios que cambian	33
F02	Una velocidad no equivale a un caudal	34
F03	Una bomba izquierda necesita aporte derecho	35

ÍNDICE DE CONSULTA

Láminas y páginas / continuación

F04	Mover sangre e intercambiar gas son funciones distintas	36
F05	Cambiar la ruta cambia la función	37
A01	ECMO V-A: perfusión y carga izquierda	38
A02	Cuando el VI no logra vaciarse	39
A03	Añadir una vía de descarga del VI	40
A04	Más aporte al pulmón exige un VI capaz de recibirlo	41
A05	RVAD y oxyRVAD: misma ruta, función añadida	42
A06	V-A y V-AV: una segunda ruta de retorno	43
I01	Presión sostenida, VI congestionado	44
I02	Recuperación cardíaca con pulmón aún enfermo	45
I03	LVAD con poco aporte a la entrada	46
I04	Dos bombas y un mismo volumen circulante	47
D01	Reperfusión distal: dos direcciones	48
D02	Qué cambia al añadir la derivación distal	49
D03	Si la pierna continúa hipoperfundida	50
L01	El VI sigue recibiendo sangre	51
L02	Distensión: del VI al pulmón	52
L03	Cómo reconocer el problema izquierdo	53
L04	Descarga: distintas rutas, distintos efectos	54
H01	Oxigenación diferencial: el llamado Arlequín	55
H02	Más eyección puede cambiar el territorio expuesto	56
H03	Muestrear cada fuente y cada territorio	57
H04	Cambiar la ruta cambia qué sangre llega al VI	58
K01	El flujo oscila y la línea de drenaje vibra	59
K02	La presión mejora, pero el pulmón se congestiona	60
K03	El gas radial difiere del posmembrana	61
K04	Posmembrana adecuado y saturación sistémica baja	62
K05	Bajo flujo del LVAD con congestión venosa	63
K06	El RVAD sostiene flujo y aparece edema pulmonar	64
K07	Se añade retorno venoso y cae el aporte arterial	65
K08	Una pierna pierde perfusión y el lactato no cambia	66